



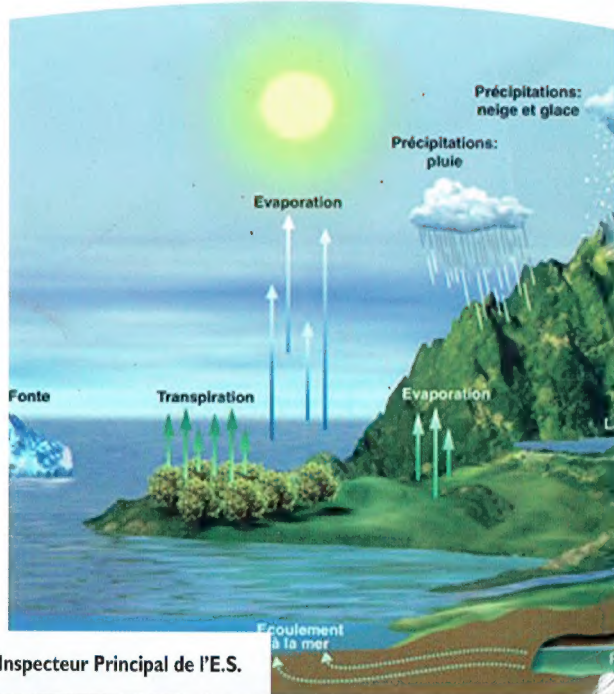
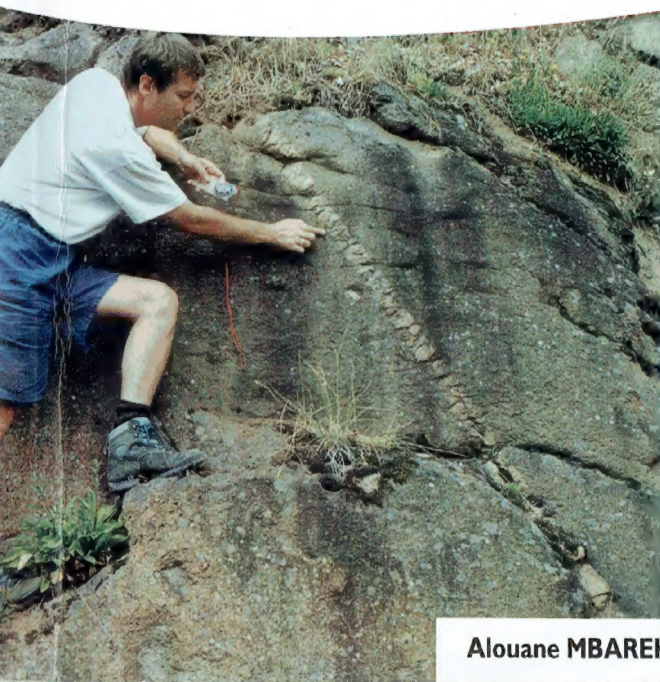
COLLECTION SVT

# SVT2

SCIENCE DE LA VIE ET LA TERRE  
Tome 1 SECTION SCIENCES

➔ EXERCICES TYPES CORRIGES

➔ DOCUMENTS D'ILLUSTRATION



Alouane MBAREK Inspecteur Principal de l'E.S.

# AVANT-PROPOS

Le présent ouvrage nommé SVT2 Tome 1 est destiné aux élèves de la 2<sup>e</sup> A secondaire (ex-5<sup>e</sup> A) Sciences Expérimentales.

IL comporte une série d'exercices classés par thèmes, et couvrant les notions scientifiques de la 1<sup>ère</sup> partie du programme officiel en vigueur.

Le corrigé correspondant, proposé à la fin de l'ouvrage est rédigé d'une façon claire et concise.

Les objectifs de cet ouvrage sont nombreux : il permet surtout

- d'aider l'élève à **assimiler** et à **dominer** les notions essentielles de chacune des parties du programme officiel ;
- d'aider l'élève à **adopter** et à **soutenir un travail réfléchi et intelligent** (raisonnement scientifique sur des faits et sur des documents ; rédaction de textes corrects, bien organisés, bien construits et correctement illustrés ...) ;
- de faire acquérir aux élèves **des connaissances et des informations nouvelles** ;
- de permettre à l'élève de prendre conscience du **savoir minimal**, indispensable pour la résolution des problèmes scientifiques spécifiques à ce niveau de l'enseignement.
- de soumettre aux professeurs des **exercices variés**, de difficulté et de longueur variables, pouvant soutenir leur action pédagogique lors de l'apprentissage et / ou de l'évaluation.

L'auteur

**BONNE CHANCE – BONNE REUSSITE**

# LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

## ACTIVITE 1 : La carte topographique d'une demi pomme de terre

Comment représenter sur une carte, c'est -à- dire sur une surface plane, une montagne, un relief quelconque ?

• On coupe une pomme de terre en deux, suivant sa plus grande dimension. On en conserve une moitié dans laquelle on réalise des tranches régulières de 5 mm d'épaisseur en partant de la base. Deux axes pointus (rayons de bicyclette ou aiguilles à tricoter, par exemple) maintiennent en place, en les traversant, les différentes tranches (figure 1).

NB : Vous pouvez également figurer divers accidents (vallée, par exemple) en découpant à l'aide d'un scalpel bien aiguisé un fragment de la demi pomme de terre ainsi que vous le montrent les figures suivantes.

• Sur la moitié de la pomme de terre, on limite

- par une ligne rouge la base de la tranche « a » qui correspond à l'altitude 0.
- par une ligne bleue le sommet de la tranche « a » qui correspond aussi au sommet de la tranche « b », d'altitude 10 mm (figure 1) : c'est l'**équidistance**.
- par d'autres couleurs les tranches restantes, correspondant aux autres altitudes.

• Sur un fond de cuvette à dissection, en liège on fixe une feuille de dessin et à l'aide des deux axes pointus, on met en place la demi pomme de terre, base « a » au contact de la feuille de dessin (fig.2)

• On relève avec soin le contour « a ». On trace ainsi une ligne qui joint tous les points d'altitude zéro.

• On retire les 2 axes pointus puis la tranche « a » de la demi pomme de terre; on replace ensuite les tranches restantes, base de « b » au contact de la feuille de dessin, en prenant soin de remettre les deux axes dans les trous déjà existants.

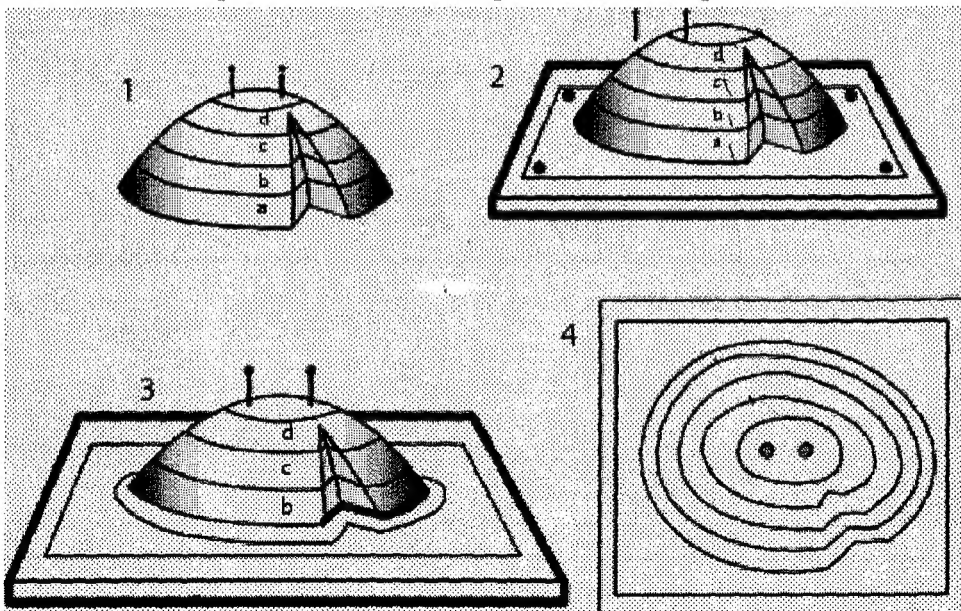
• On relève le contour de la base « b » sachant qu'il représente la courbe de niveau 10 mm.

• On enlève la tranche « b », puis on remet en place les tranches restantes en opérant comme précédemment.

• On relève le contour de la base « c » (courbe de niveau 20 mm).

• On opère de la même façon jusqu'à épuisement des tranches.

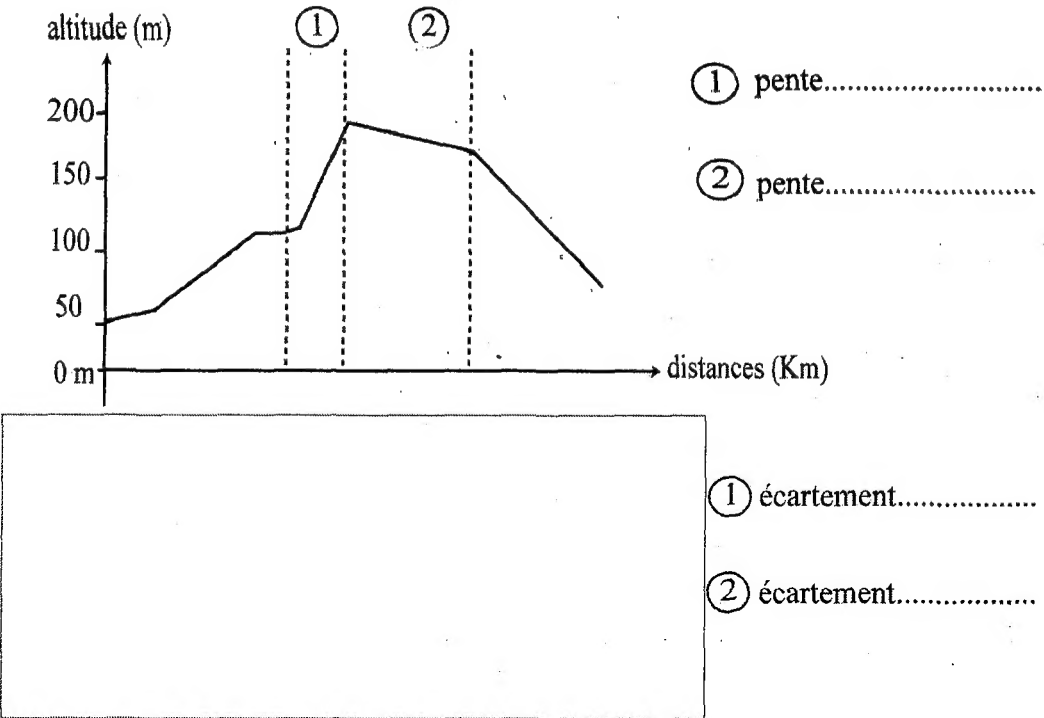
• On obtient ainsi **une représentation sur un plan de la demi pomme de terre**.



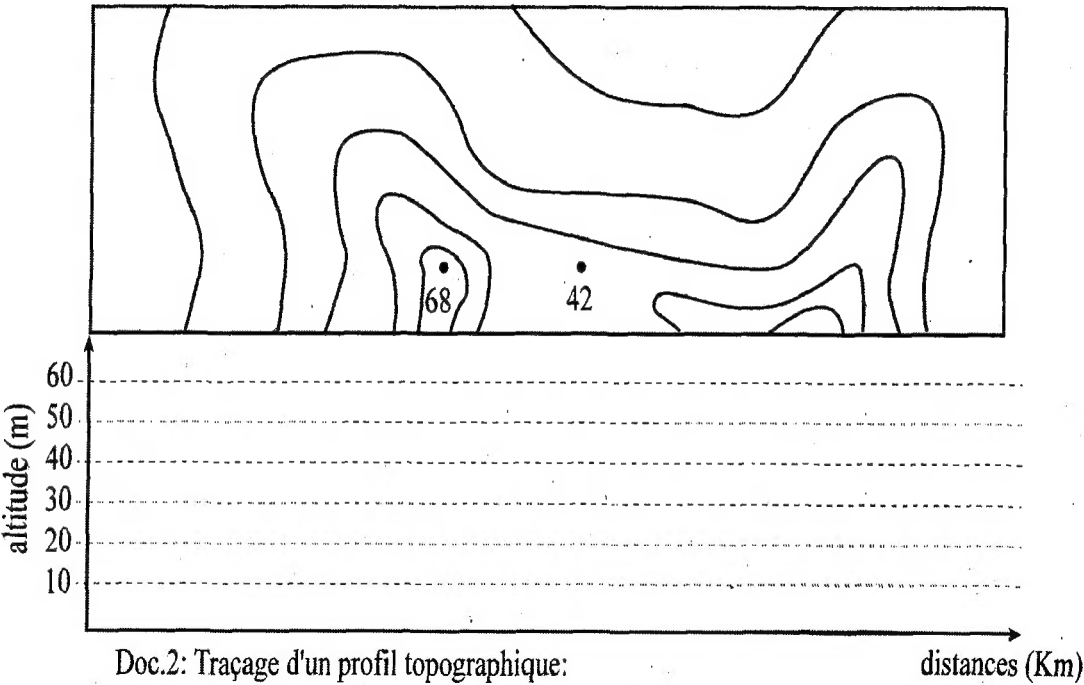


# LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

Traçage de courbes de niveau à partir d'un relief:



Doc: 1: courbes de niveau tracées à partir d'un relief





# LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

## EXERCICE 1

- 1) Qu'est ce qu'une carte topographique ?
- 2) Qu'appelle-t-on échelle d'une carte topographique? Donnez la formule qui permet de l'exprimer. Que signifie 1/50 000 ?
- 3) Qu'appelle-t-on courbes de niveau ? Comment sont-elles figurées ? Quel est leur intérêt ?
- 4) Quels renseignements peut fournir une carte topographique ?

## EXERCICE 2

1° Deux points distants de 8 km sur le terrain et de 10 cm sur la carte. Quelle est l'échelle de la carte ?

## EXERCICE 3

- 1- Sachant que la distance entre Jendouba et Béja est égale à 50 km sur le terrain et 50 cm sur la carte, déterminez l'échelle de la carte.
- 2- Complétez le tableau suivant après avoir effectué les opérations :

Echelles	1/20 000	1/50 000	1/80 000
Sur la carte	20 m	1 mm	1 mm
Sur le terrain	20 m	80 m	80 m

## EXERCICE 4

- 1- Compléter le tableau suivant :

Echelle	1/900 000	1/40 000	1/750 000
Distance réelle correspondant à 1 cm	?	?	?

Calculez les distances réelles en km en expliquant votre démarche.

## EXERCICE 5

La distance réelle entre 2 villes A et B est 2 km, calculez la distance en cm entre ces points représentés sur une carte à l'échelle 1/50 000. (Faites le calcul).

## EXERCICE 6

Soient deux points A et B distants de 5 cm sur une carte à l'échelle 1/20 000. Quelle est la distance réelle entre ces deux points en cm ? en km ?

## EXERCICE 7

Sur une carte au  $\frac{1}{50000}$ , deux points sont distants le 10 cm, quelle serait la distance réelle exprimée en km qui les sépare sur le terrain ?

## EXERCICE 8

Donnez la distance réelle entre 2 points A et B d'un segment de droite de 5 cm à l'échelle 1/800 000.

## EXERCICE 9

Remplir les cases vides du tableau suivant :

	Carte physique	Carte géologique de la Tunisie	C. topographique Régionale du Cap Bon
Echelle	1/850 000	1/500 000	1/50 000
Distance réelle correspondant à 1 cm			

EXERCICE 10

Soient deux régions distantes sur la carte de 4 cm, calculez les distances réelles respectives aux échelles 1/80 000 et 1/50 000.

EXERCICE 11

- 1) Deux villes A et B sont distantes de 8 km sur le terrain. De combien elles le sont sur 2 cartes, respectivement à l'échelle 1/800 000 et à l'échelle 1/100 000 ?
- 2) Que peut-on dire de ces 2 cartes ?

EXERCICE 12

On veut représenter une distance égale à 10 km sur 2 cartes à 2 échelles différentes : 1/250 000 et 1/100 000. Comment procéder ?

EXERCICE 13

Remplir les cases vides du tableau suivant :

Distance sur la carte en cm	1 cm	?	0,1m
Distance sur le terrain en km	0,5 km	2 km	?
Echelle	?	$\frac{1}{20\,000}$	$\frac{1}{2\,500}$

Reproduire les opérations qui permettent de remplir le tableau.

EXERCICE 14

Complétez le tableau suivant, en expliquant les calculs que vous faites:

Distance mesurée sur la carte	Distance réelle sur le terrain	Echelle
4 cm	?	$\frac{1}{20\,000}$
4 cm	2000 m	?
?	4000 m	$\frac{1}{20\,000}$

EXERCICE 15

- 1- Qu'appelle t-on profil topographique?
- 2- Comment exécuter un profil topographique ?

EXERCICE 16

- 1- Reprenez le document I de la page 12 (exercice 33) et réalisez le profil topographique de la coupe AB.
- 2- Sachant que la distance entre A et B est de 28 km, quelle est l'échelle de la carte ?

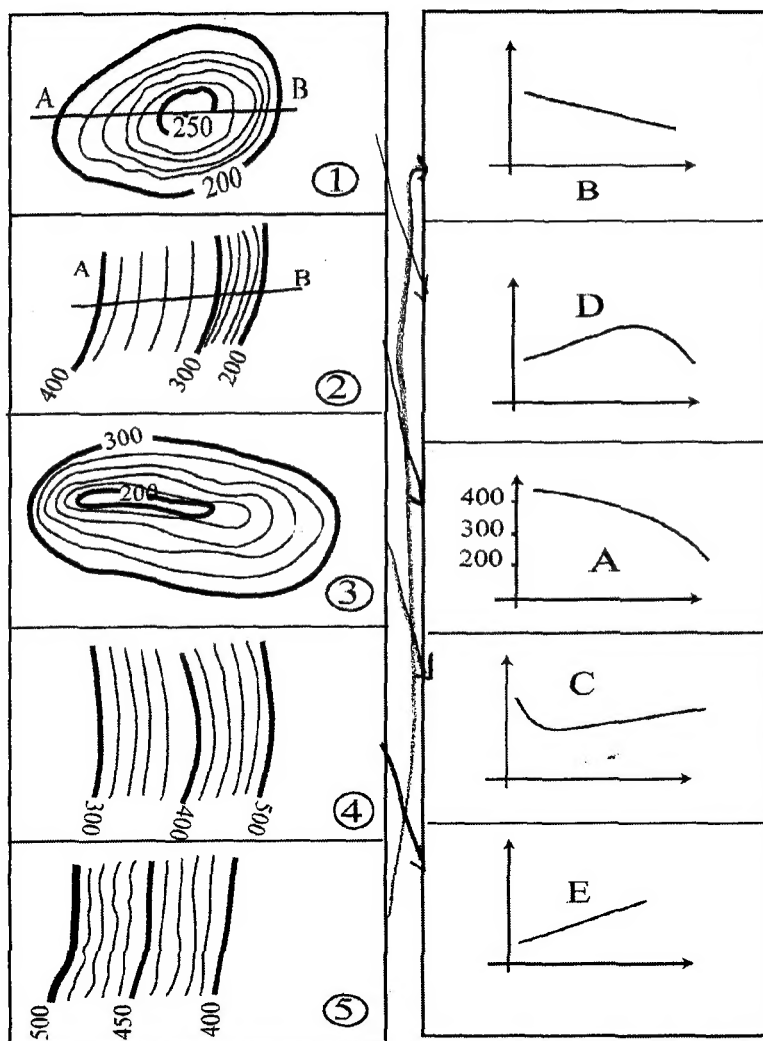
EXERCICE 17

Représentez en plan, avec 7 courbes de niveau, les 2 reliefs suivants :

- \* Relief 1 : - Sommet à 155 m d'altitude. - Equidistance = 10 m.
- \* Relief 2 : - Cuvette à 25 m d'altitude - Equidistance = 20 m.

EXERCICE 18

Faites correspondre chacun des 4 extraits de cartes topographiques au profil qui lui convient :



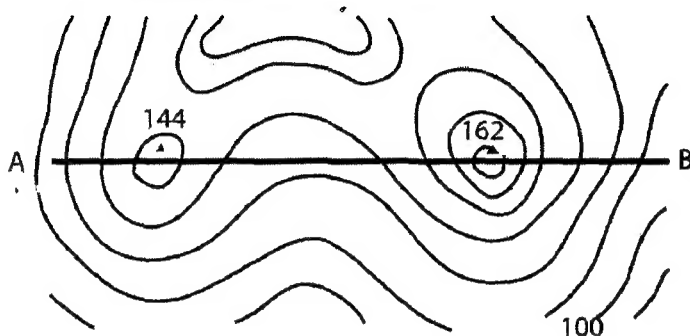
## EXERCICE 19

1- Comment reconnaît-on un sommet sur la carte ?

2- a- Définir l'équidistance. A quoi est-elle égale sur cette carte ?

b- Délimiter sur la carte un écartement de votre choix.

3- Réaliser le profil topographique de la portion de carte ci-contre :



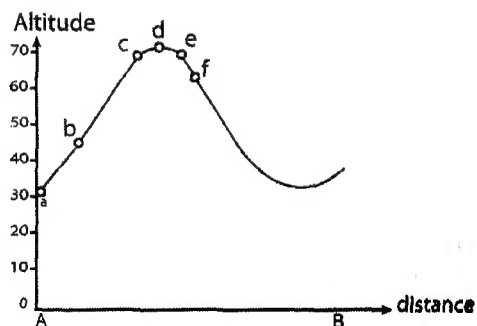
## EXERCICE 20

On donne le profil topographique suivant :

1) Déterminer les altitudes des points a, b, c, d, e, et f.

2) Déterminer l'équidistance et l'échelle correspondant à ce profil.

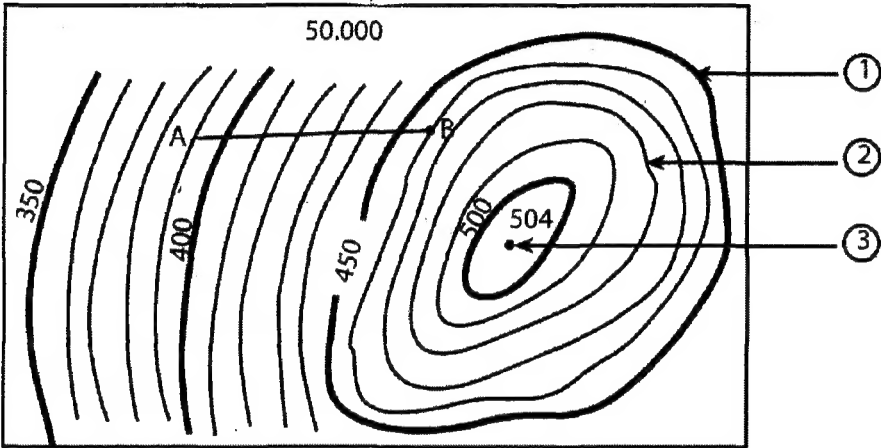
3) Sachant que la distance AB sur la carte est de 8 cm, calculer cette distance sur le terrain.





EXERCICE 21

Soit l'extrait suivant d'une carte topographique à l'échelle 1/50 000 :

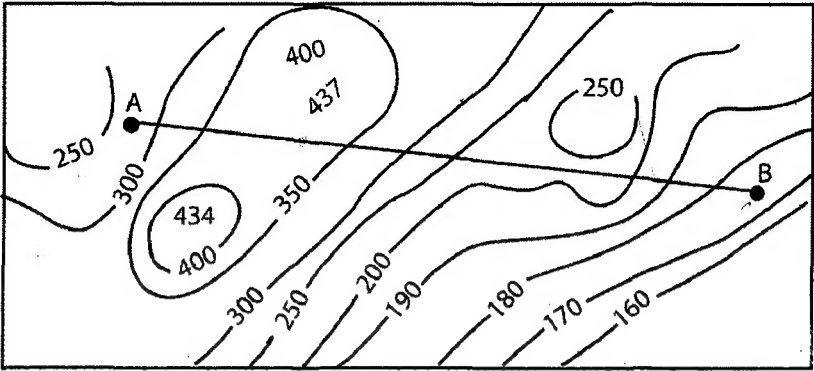


- 1) Mettez une légende à l'extrait de carte, suivant les flèches.
- 2) Les chiffres des courbes de niveau sont mal écrits. Comment rectifier cette écriture ?
- 3) Donnez la valeur de l'équidistance.
- 4) Sachant que  $AB = 3\text{cm}$ , quelle est sa distance réelle sur le terrain ?
- 5) Quelle est l'allure générale du relief représenté par ces courbes de niveau ? En faire un profil global approximatif.

EXERCICE 22

Voici une portion d'une carte topographique :

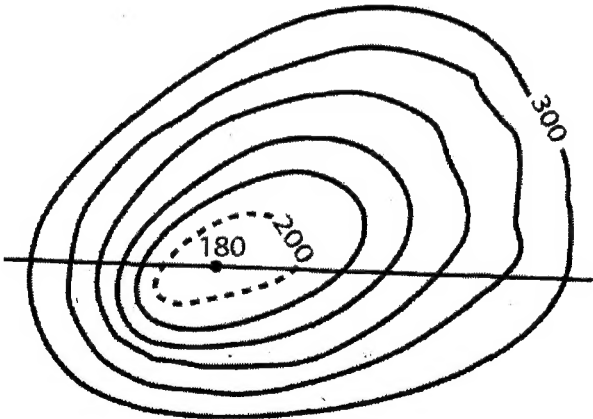
- 1) Quelle est l'altitude de A ?
- 2) Quelle est l'altitude de B ?
- 3) Quel est le point qui a l'altitude la plus élevée du segment AB ? Indiquez ce point par une croix.
- 3) Quelle est l'échelle de la carte, sachant que la distance AB sur le terrain est de 1400m ?

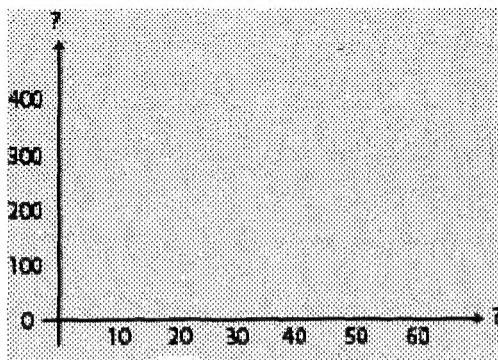


EXERCICE 23

Examinez la figure ci-contre :

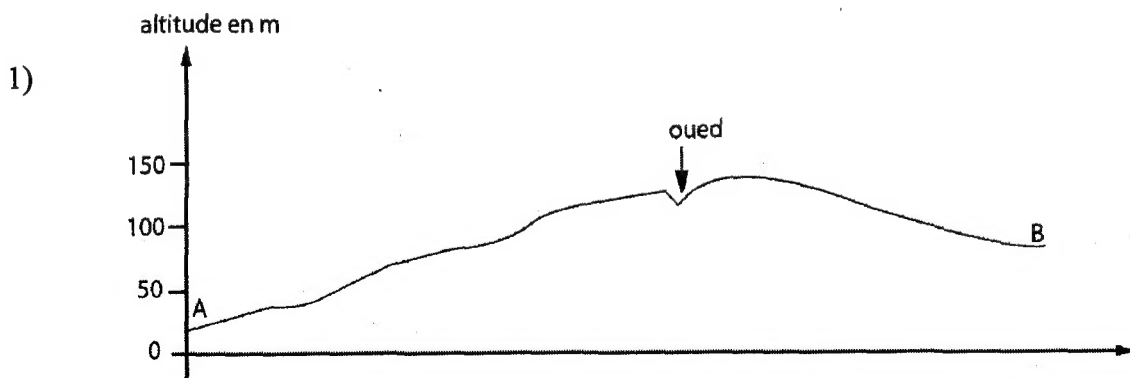
- 1) Quelle est la forme générale du relief représenté par ces courbes de niveau ? Justifiez votre réponse.
  - 2) Quelle est l'équidistance de cet extrait de carte ?
  - 3) Pour réaliser la coupe topographique de ce relief, l'échelle de cette figure a été portée sur l'un des 2 axes (page suivante) ; lequel ? Quelle est cette échelle ?
- Est-elle la même pour l'autre axe de coordonnées ? Quelle est cette autre échelle ?





## EXERCICE 24

On donne la coupe suivante :



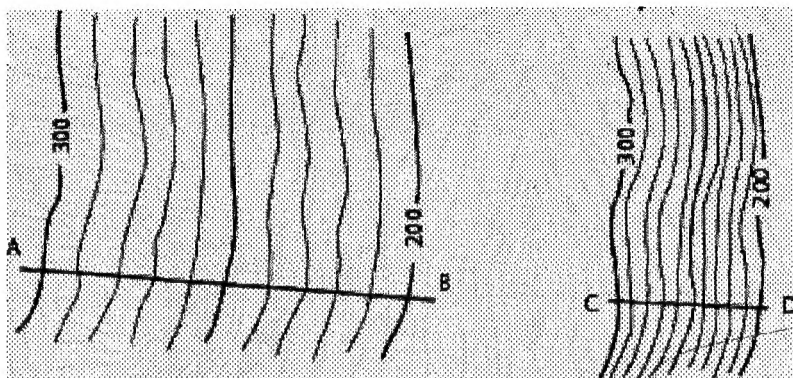
Coloriez le profil topographique.

2) Trouvez l'échelle des altitudes.

3) Graduez l'axe des distances à l'échelle  $\frac{1}{25000}$  et trouvez la distance AB.

## EXERCICE 25

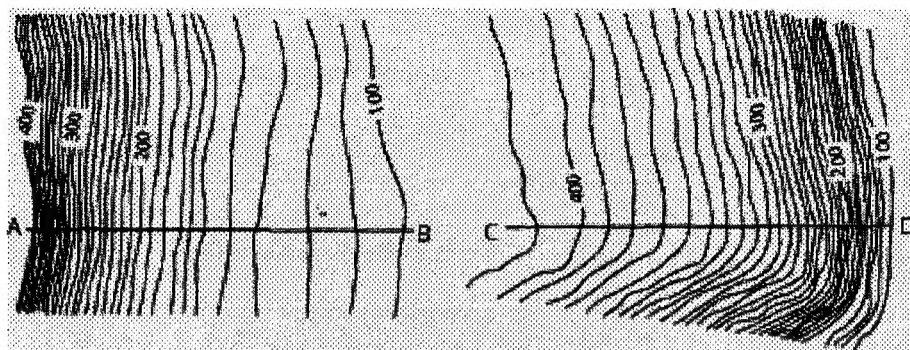
Les documents suivants représentent 2 zones d'une même carte topographique.



- Réalisez un profil topographique de chaque zone avec les mêmes échelles suivantes :
  - axe des hauteurs : 1 cm  $\rightarrow$  200 m
  - axe des distances horizontales : 5 cm  $\rightarrow$  1 km
- Que peut-on dire des 2 pentes obtenues ? Expliquez.
- Calculez le pendage en % pour chacune de ces 2 pentes.

## EXERCICE 26

Les documents suivants représentent 2 zones d'une même carte topographique :



1- Tracez

les profils topographiques des coupes AB et CD en suivant l'échelle suivante :

- axe des ordonnées : 1 cm  $\rightarrow$  200 m.

- axe des abscisses : 5 cm  $\rightarrow$  1 km

2- Commentez les profils obtenus. Quelles conclusions pouvez-vous en tirer ?

## EXERCICE 27

Le document suivant est extrait

d'une carte topographique :

1-Tracez le profil topographique

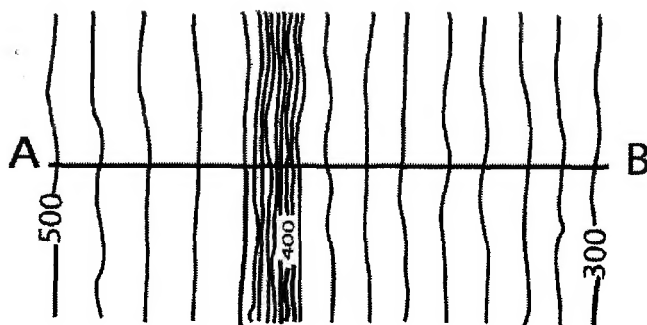
de la coupe AB, en prenant

comme échelles :

Hauteurs : 1 cm  $\rightarrow$  200 m

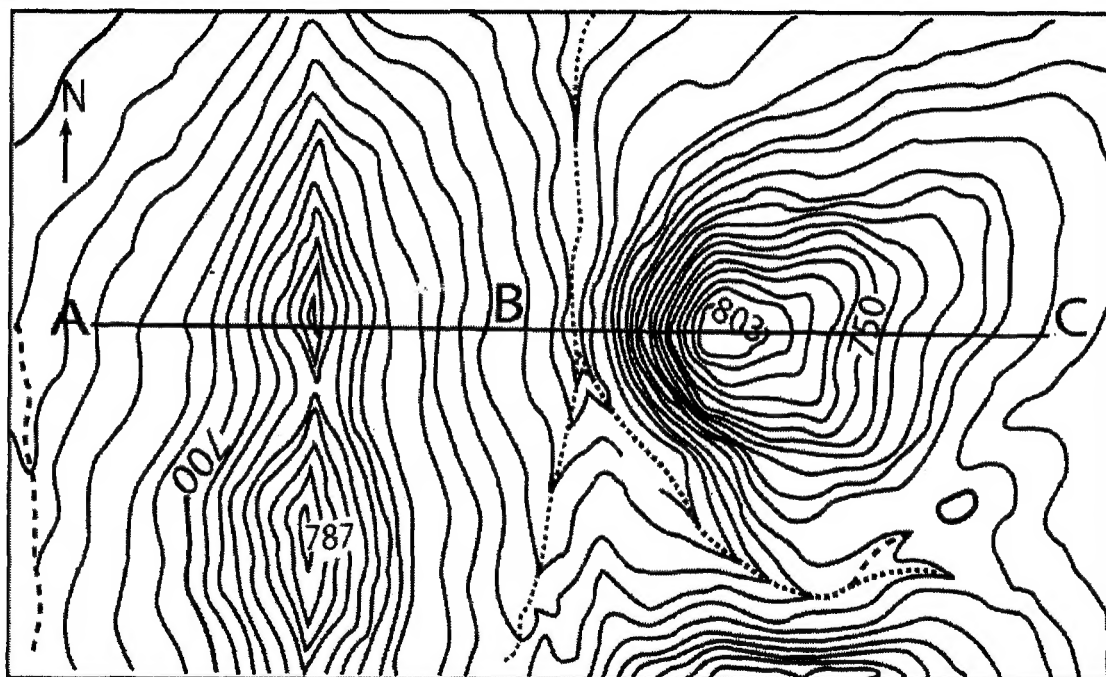
Distances horizontales = 5 cm  $\rightarrow$  1 km

2- commentez le profil obtenu..



## EXERCICE 28

Observez convenablement la carte topographique suivante en lisant les altitudes et les formes présentées par les courbes de niveau :



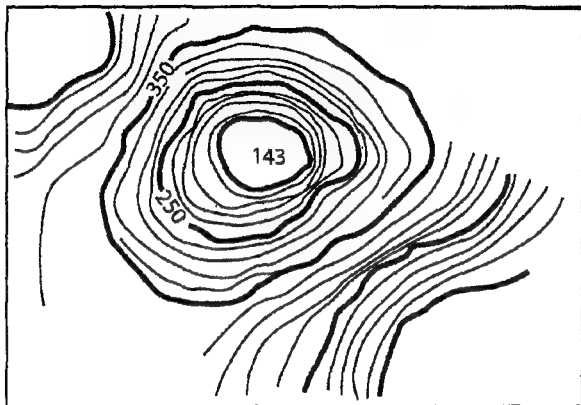
1) Représenter approximativement l'allure générale du profil topographique de la coupe ABC 2) Commenter le profil obtenu.



**EXERCICE 29**

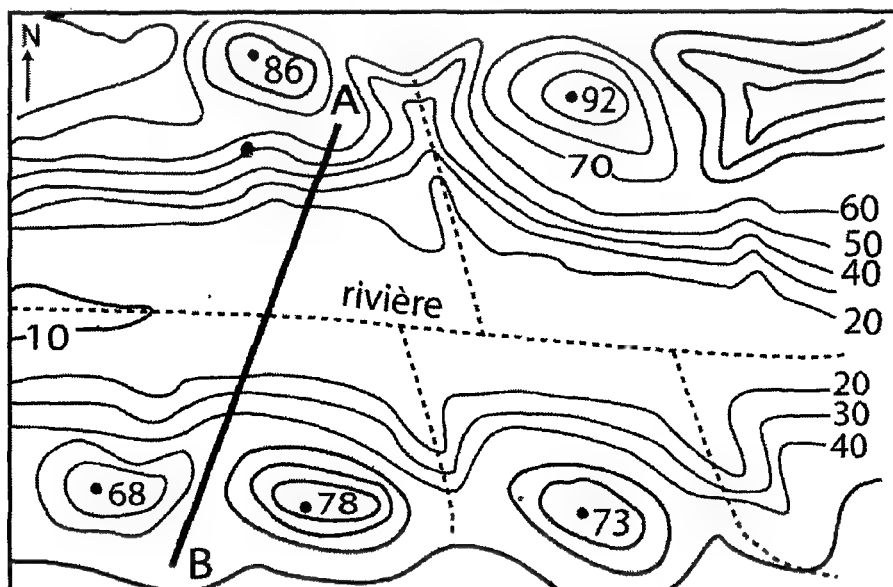
Le document suivant représente un extrait de carte topographique à l'échelle 1/25000 :

- 1) Quelle est l'équidistance dans cette carte ?
- 2) Quelle est la forme du relief ? Justifiez votre réponse.

**EXERCICE 30**

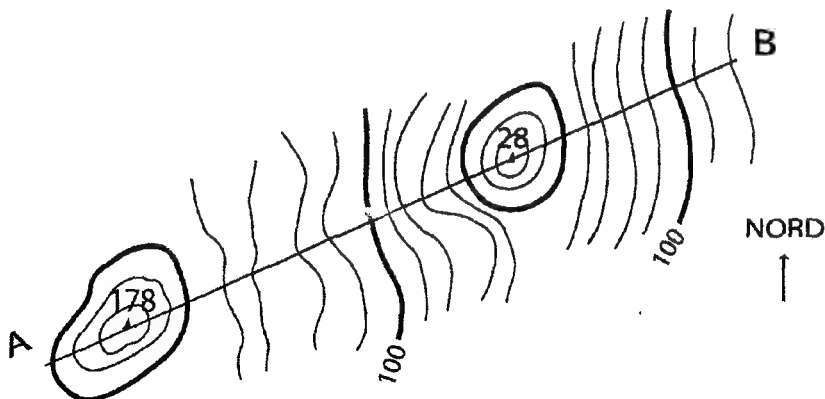
Le document suivant représente un extrait de carte topographique à l'échelle 1/850 000 :

- 1) Localisez les sommets en indiquant pour chacun son point coté et sa valeur. Justifiez votre réponse.
- 2) Retracer en rouge les courbes maîtresses.
- 3) Calculez la distance réelle AB.

**EXERCICE 31**

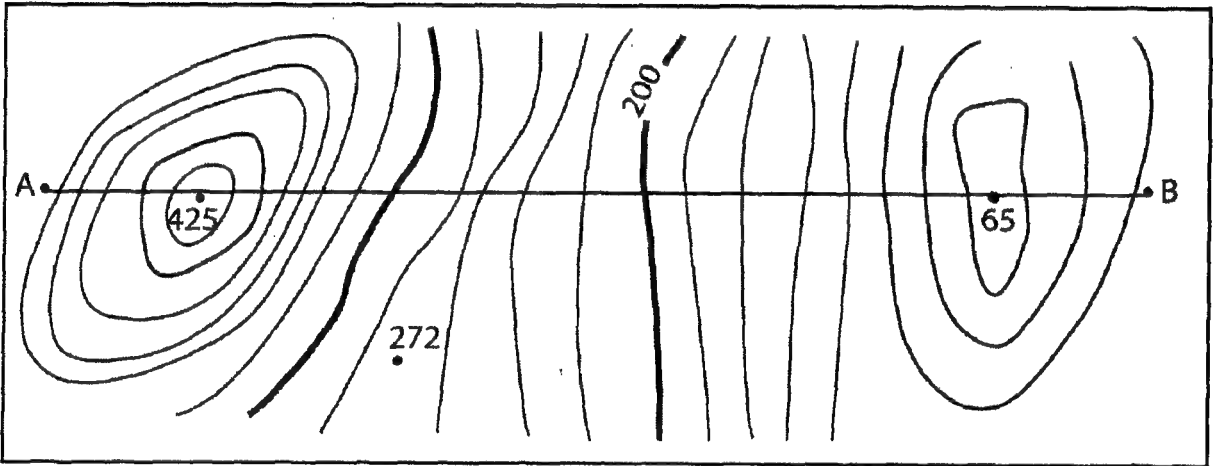
Le document suivant représente un extrait de carte topographique à l'échelle 1/50 000 :

Réalisez le profil topographique de cet extrait de carte.



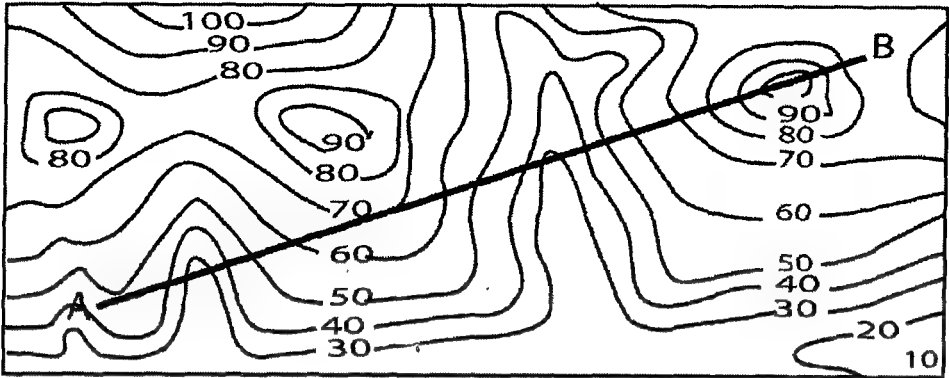
EXERCICE 32

La figure ci-après représente un extrait d'une carte topographique :



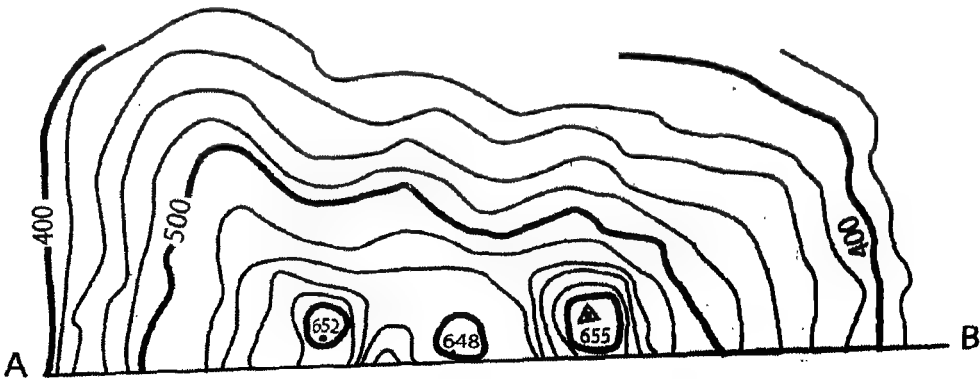
- 1° Qu'indiquent les valeurs 425 et 65 ? Justifiez.
- 2° Mettez sur chaque courbe son altitude.
- 3° Etablir le profil topographique selon la coupe AB en choisissant une échelle convenable.

EXERCICE 33



EXERCICE 34

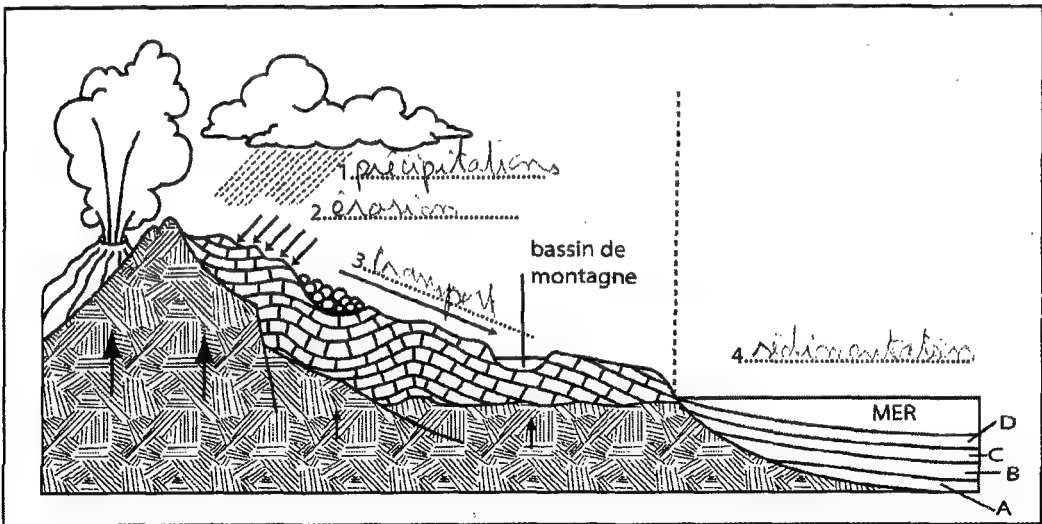
La figure ci-après représente un extrait d'une carte topographique :  
Etablir le profil topographique selon la coupe AB en choisissant une échelle convenable.



# STRATIGRAPHIE

## EXERCICE 1

Le schéma suivant représente des événements qui se passent dans la nature :



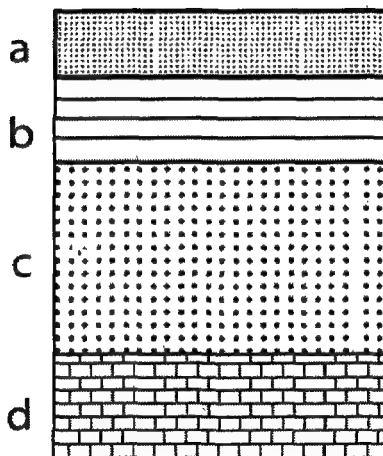
- 1° Donnez la légende du schéma ci-dessus.
- 2° Comment se déposent toujours les strates ?
- 3° Quel est l'âge relatif des strates A, B et C ?
- 4° Quel est le principe qui vous a permis de déterminer l'ordre chronologique de ces couches ? Énoncez ce principe.

## EXERCICE 2

Qu'appelle-t-on stratigraphie ?

## EXERCICE 3

D'après ce document :

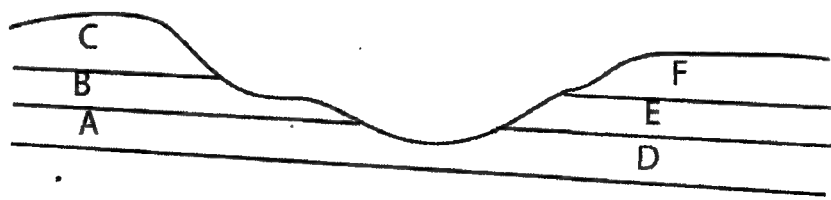


- 1) Comment sont disposées les roches ?
- 2) Que peut-on dire de l'origine de ces roches ? Expliquez.
- 3) Quel est l'âge relatif de la strate C ? Justifiez votre réponse.



EXERCICE 4

Une large vallée sépare 2 affleurements éloignés de plusieurs km.

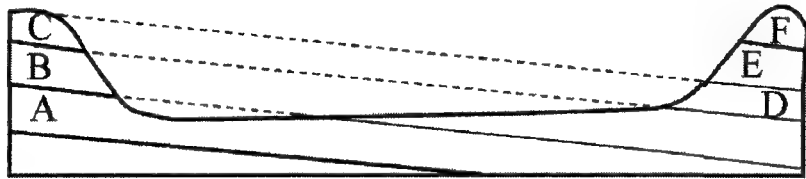


A l’affleurement 1, on trouve la série A,B,C (de bas en haut) et à l’affleurement 2 la série D,E,F.

Il s’agit de savoir si par exemple C est de même âge que F, B de même âge que E... Quel principe utilise-t-on pour confirmer l’hypothèse ? Expliquer.

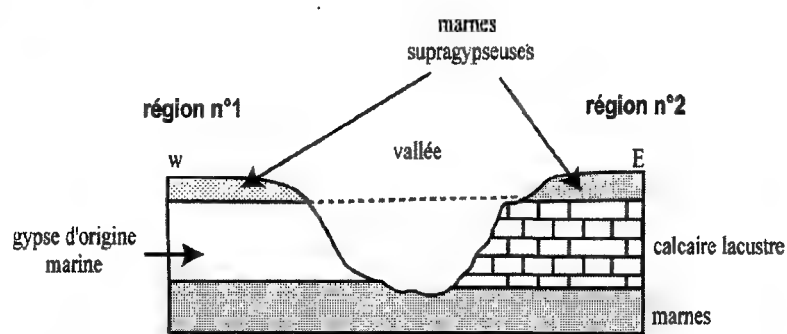
EXERCICE 5

Quel est l’âge de A et B par rapport à celui de E et F, sachant que C et D sont de même âge ?



EXERCICE 6

Choisissez la (les) bonne(s) réponse(s) :  
Le gypse de la région n°1 d’origine marine s’est formé à la même époque que le calcaire de la région n°2 d’origine lacustre car :



- A- Ils contiennent tous deux les mêmes fossiles,
- B- D’après le principe de superposition,
- C- D’après le principe de continuité.

EXERCICE 7

- 1- Citez les ères géologiques, de la plus récente à la plus ancienne.
- 2- Une roche est datée du Trias. A quelle ère géologique elle appartient ?

EXERCICE 8

Complétez le tableau ci-dessous en utilisant les termes suivants :

- |               |                 |            |             |               |
|---------------|-----------------|------------|-------------|---------------|
| 1) éocène     | 2) moyen        | 3) miocène | 4) cambrien | 5) Jurassique |
| 6) tertiaire. | 7) carbonifère. |            |             |               |

chronologie	ères		périodes
	quaternaire		
- 2 M.A	.....	supérieur	pliocène
		inférieur	..... oligocène .....
- 65	secondaire		crétacé
-245			..... trias
-540	primaire	supérieur	permien
		.....	..... dévonien
		inférieur	silurien .....

EXERCICE 9

Le Nautilé, céphalopode marin couvre plusieurs ères géologiques.  
Est-ce un fossile stratigraphique ou un fossile de faciès ? Justifiez votre réponse.

EXERCICE 10

- 1- Qu'appelle-t-on fossile ?
- 2- Citez quelques types de fossiles selon leur mode de conservation.
- 3- Qu'appelle-t-on fossiles stratigraphiques ? Quelles sont leurs caractéristiques ?  
Quelle est leur importance stratigraphique ?
- 4- Qu'appelle-t-on faciès ?
- 5- Qu'appelle-t-on fossiles de faciès ? Quelle est leur importance géologique ?
- 6- Quel est le principe des causes actuelles ?

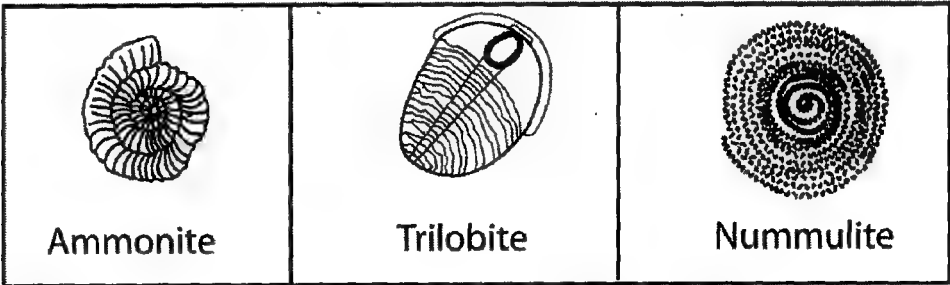
EXERCICE 11

Comparer les caractères d'un bon fossile stratigraphique et d'un fossile de faciès

	Un bon fossile stratigraphique	Un bon fossile de faciès
Une vitesse d'évolution		
Une surface de répartition		
rôle		

EXERCICE 12

Le document suivant représente des fossiles rencontrés dans des couches de roches sédimentaires :



- 1- Rangez ces fossiles du plus ancien au plus récent sur la flèche suivante :
- Naissance de la terre* → *époque actuelle*
- 2- Représentez sur la même flèche par des segments de droite, les ères géologiques où ont vécu ces 3 fossiles ;
- 3- De quels types de fossiles s'agit-il ? Justifiez votre réponse.
- 4- A quoi correspond le passage d'une ère à une autre ?
- 5- Comment appelle-t-on la manière de situer les événements géologiques les uns par rapport aux autres ?

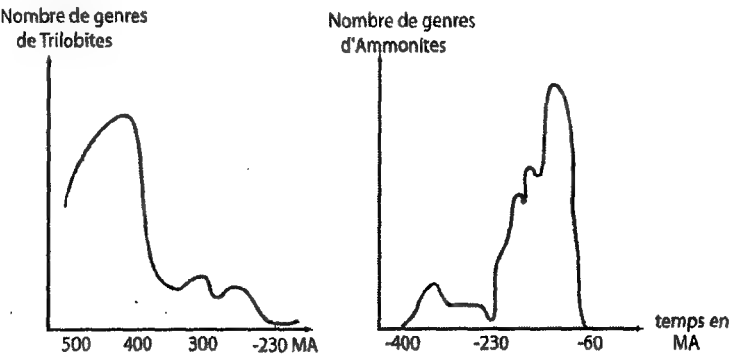
EXERCICE 13

Qu'appelle-t-on datation relative ? Datation absolue ?

EXERCICE 14

La figure A suivante représente l'évolution du nombre de genres de Trilobites au cours des temps géologiques.

La figure B représente l'évolution du nombre de genres d'Ammonites et des formes voisines :



- a) Quelles informations pouvez-vous tirer quant à l'évolution des Trilobites et des Ammonites au cours du temps ?
- b) Trilobites et Ammonites sont-ils de bons fossiles chrono stratigraphiques ? Justifiez

EXERCICE 15

- 1- Qu'appelle-t-on fossilisation?
- 2- Dans une couche sédimentaire on a rencontré des moules d'Ammonites.
- a- Qu'appelle t-on moule ?
- b- Peut-on appeler ces moules des fossiles ? Pourquoi ?
- 3- Le document suivant représente la répartition dans le temps de quelques fossiles.
- Parmi ces fossiles A, B, C et D , lesquels sont considérés comme bons fossiles stratigraphiques ? Justifiez votre réponse.

Ères	Fossiles
Quaternaire	C
Tertiaire	B, D
Secondaire	
Primaire	A

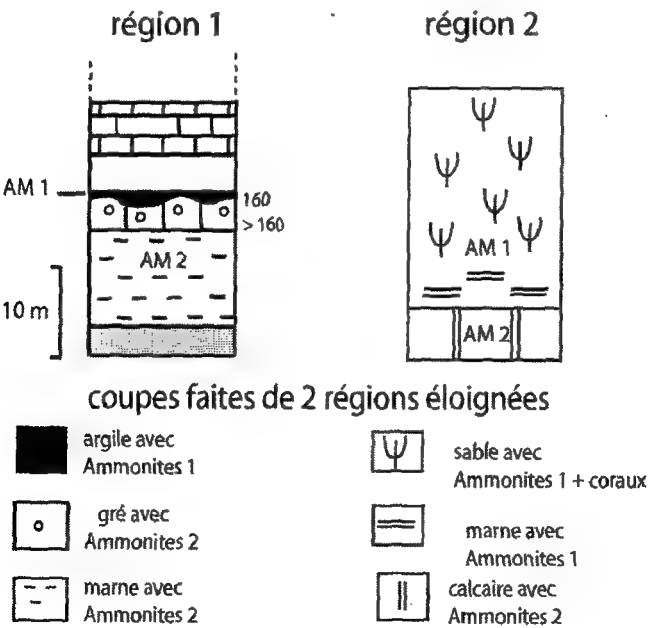
EXERCICE 16

L'étude de 2 gisements de terrains sédimentaires G<sub>1</sub> et G<sub>2</sub> très éloignés a permis d'établir les coupes suivantes :

On dispose des indications suivantes :

- Les Ammonites sont des Mollusques vivant en pleine eau.
- AM<sub>1</sub> (Ammonites 1) ne se rencontrent qu'à l'oxfordien supérieur.
- AM<sub>2</sub> (Ammonites 2) ne se rencontrent qu'à l'oxfordien moyen.
- Les récifs corallins ne se développent que dans des eaux chaudes, peu profondes et claires.

Les légendes ci-dessous indiquent les fossiles trouvés dans certaines couches

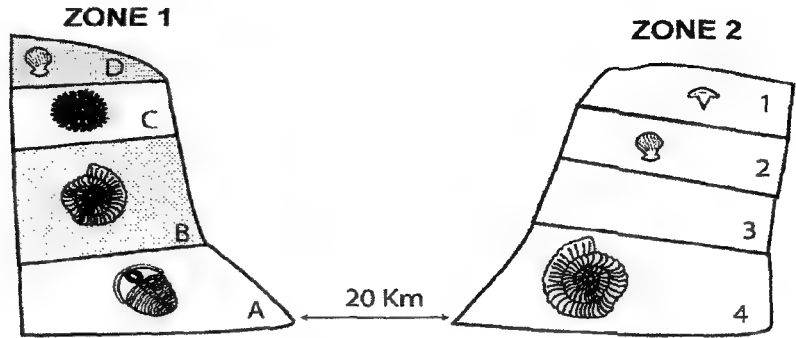


- Parmi les fossiles cités, y a-t-il des fossiles stratigraphiques, des fossiles de faciès ?
- 1- Reliez par des pointillés les couches qui se sont déposées à la même époque dans les deux gisements.
  - 2- Pouvez-vous dire quelles étaient, dans la région n°1 et dans la région n°2 les conditions de milieu à l'Oxfordien supérieur ? Pourquoi ?

EXERCICE 17

Le dessin suivant représente l’affleurement des couches dans 2 zones différentes :

- 1) a- En supposant que les couches de terrain ont gardé leur superposition initiale, et sans tenir compte des fossiles que renferment ces couches, déterminez l’ordre chronologique des différentes couches de la zone I.
- b- Enoncez le principe sur lequel vous vous êtes basés.



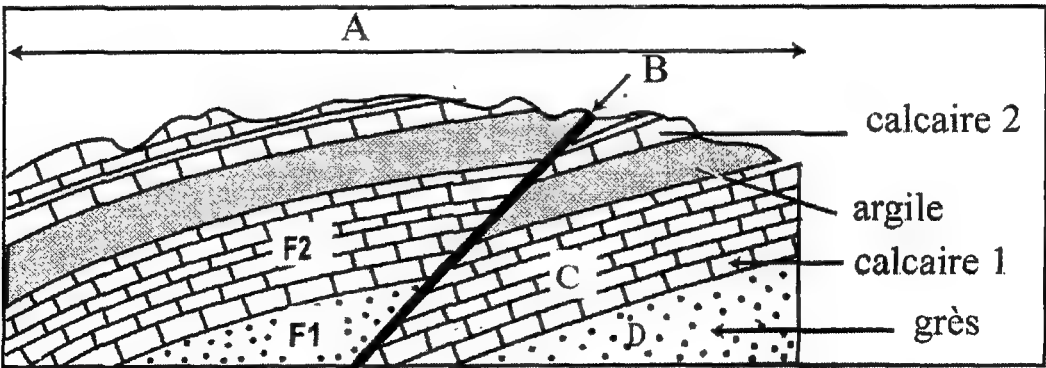
2)

	Strate (A)	Strate (B)	Strate (C)	Strate (D)
fossile	Trilobite	Ammonite	Nummulite	Pecten
Âge du fossile	Ere Primaire	Crétacé inférieur (Secondaire)	Eocène inférieur (Tertiaire)	Miocène moyen (Quartaire)

- a- En se basant sur le tableau précédent, indiquez l’âge des strates A, B, et C.
- b- Reliez par les flèches les couches de même âge, de la zone I et de la zone II. Justifiez.
- Quel(s) principe(s) de la stratigraphie avez-vous utilisé ? Justifiez.
- 3) Quelle est la nature du fossile (x) qui manque dans la couche 2 de la zone II ?
- 4) Identifiez le fossile de la couche 1 de la zone II et indiquez son intérêt.

EXERCICE 18

Le document suivant représente le sous-sol d’une région du Nord :



- 1- Quel nom donne-t-on à la structure A et à l’accident tectonique B ?
- 2- Définissez les structures A et B.
- 3- Faites des schémas simples montrant les différents éléments des structures A et B
- 4- Quelle est la strate la plus ancienne de la série sédimentaire, sachant que D renferme des fossiles F1 de l’ère secondaire et C contient des fossiles F2 de l’ère tertiaire mais qu’on retrouve aujourd’hui dans nos mers ?
- 5- Enoncez le principe stratigraphique qui nous a permis de répondre à la question 4.
- 6- Donnez un exemple de fossiles F1 et un exemple de fossile F2.



EXERCICE 19

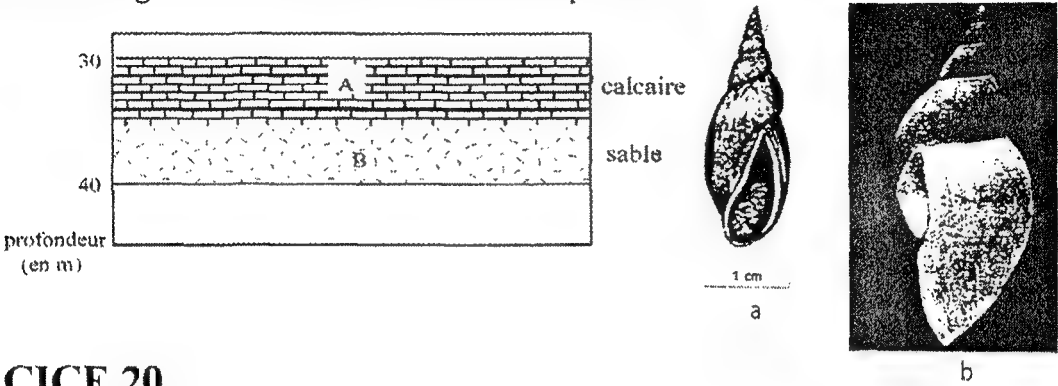
Le dessin ci-dessous montre un empilement de roches sédimentaires dans une région du Nord tunisien..

a. Indiquez la position du calcaire (A) par rapport aux sables (B). Nommez la roche la plus récente.

Ce calcaire contient des Limnées fossilisées (dessin a). La photographie b montre une Limnée actuelle dans son milieu de vie (eau douce).

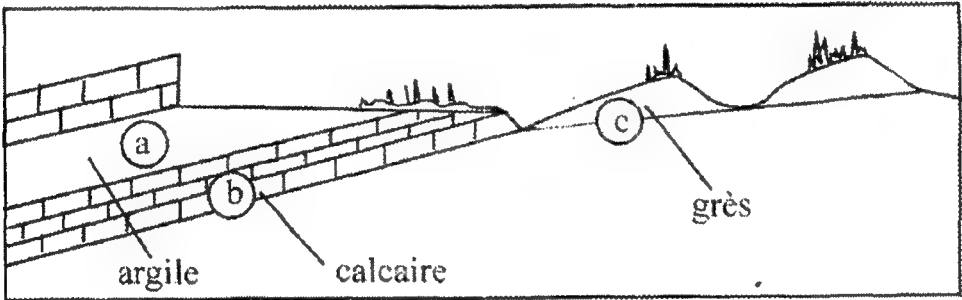
b- Retrouvez dans un dictionnaire le groupe auquel appartient la Limnée.

A partir de ces informations, recherchez le milieu dans lequel se sont probablement déposés les sédiments à l'origine du calcaire. Justifiez votre réponse.



EXERCICE 20

Le document suivant montre le sous-sol d'une région de l'Est du pays:



Doc .1

a. Affleurement d'argile avec sel gemme (roche saline), du Trias supérieur. L'argile se dépose toujours dans des conditions de bassin très calme (comme dans une lagune).

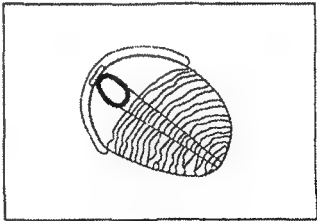
b. Affleurement de calcaire datant du Trias moyen :

Il contient des fossiles d'encrines (animaux marins fixés au fond des mers et appartenant au même groupe que les oursins) doc.2 ci-contre.

c- affleurement de grès datant du trias inférieur.  
Des empreintes de pas de dinosaures ont été retrouvés.

Doc.3 ci-contre.

NB : Trias : période géologique la plus reculée de l'ère secondaire (240-205 MA). Il se découpe en Trias inférieur (le plus ancien), Trias moyen et Trias supérieur (le plus récent).



Doc.2



Doc.3

1. Remplissez le tableau ci-après en notant dans la première colonne les trois roches selon l'ordre chronologique (la plus ancienne en bas) et dans la deuxième colonne, le nom des fossiles contenus dans les roches :

Roches sédimentaires	fossiles	milieux

2. a. A l'aide des documents 1, 2 et 3 et de vos connaissances, indiquez les milieux (mer, lagune, lac, rivière ou marécage) dans lesquels les sédiments se sont déposés. Notez-les dans la troisième colonne du tableau précédent.
- b. recherchez comment a varié le niveau de la mer dans cette région à l'époque du Trias.
3. La démarche que vous venez de suivre est celle du géologue qui cherche à reconstituer l'histoire géologique d'une région. Énumérez les étapes qui permettent de réaliser une telle reconstitution.

EXERCICE 21

Lisez ce texte afin de répondre aux questions :

« Les paysages sont nés au bout d'une longue évolution. Cette évolution n'est pas terminée et elle se poursuit sous nos yeux. Ainsi les paysages qui nous semblent immuables et figés sont en fait des paysages vivants. Constamment, ils sont attaqués par les agents de l'atmosphère et ils subissent des modifications qui paraissent le plus souvent imperceptibles à l'échelle d'une vie humaine. Ces paysages sont appelés un jour à disparaître mais dans un avenir qui peut se chiffrer en millions ou en dizaines de millions d'années et parfois plus ».

1- Pourquoi peut-on dire que les paysages sont vivants? Donnez un exemple pour l'expliquer.

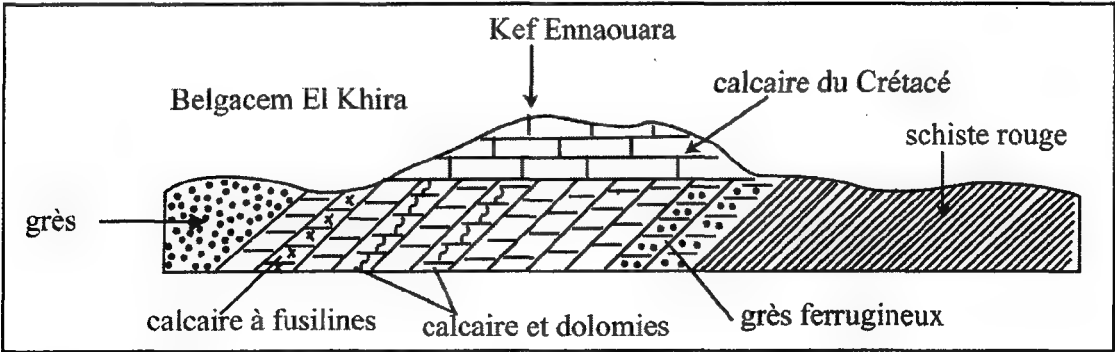
2 - Pourquoi les modifications d'un paysage paraissent elles imperceptibles à l'échelle d'une vie humaine ? Dans quels cas sont-elles perceptibles ?

EXERCICE 22

- 1- Qu'appelle on discordance angulaire?
- 2- Que signifie la discordance ?
- 3- Qu'appelle-t-on cycle sédimentaire ?

EXERCICE 23

La figure suivante montre une coupe géologique au niveau de Jebel Kef Enouara qui se trouve près de Toujane, dans la région de Médenine (au Sud Tunisien) :



Cette coupe montre deux séries superposées de roches :

- Une série supérieure formée de couches, d'âge crétacé ( période de l'ère secondaire) ;
- Une série inférieure formée de couches inclinées, d'âge permien (la partie la plus récente de l'ère primaire).

Reconstituez succinctement l'histoire géologique de cette région.

EXERCICE 24

Ce dessin présente une coupe géologique dans une région montagneuse :

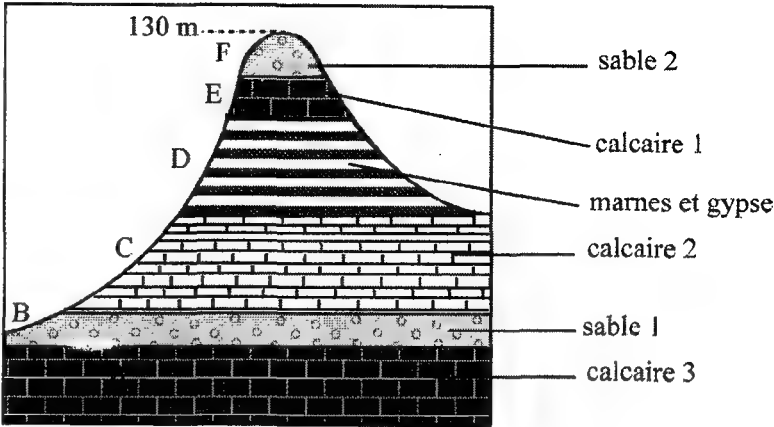
\* Dans le calcaire 2 de la série C, on trouve des fossiles de Limnées et de Planorbes (gastéropodes d'eau douce).

1- Comment s'est formé ce calcaire ?

\* Dans le calcaire 3 (série A), on trouve des fossiles marins (Cérithes ...).

2- Comparez avec le calcaire de la série C.

3- L'alternance de couches marines et de couches continentales fait penser à des mouvements de transgression et de régression de la mer. Expliquez.



EXERCICE 25

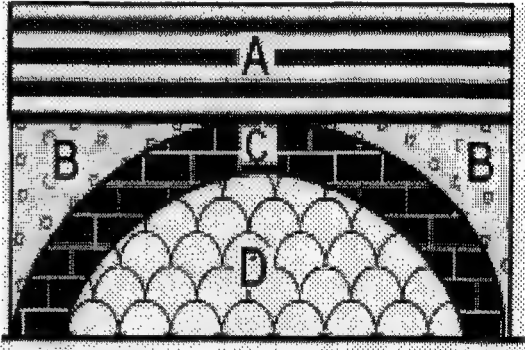
Voici une coupe géologique dans une région sédimentaire:

1 - Numérotez les couches A, B, C, D dans l'ordre de leur dépôt, c'est-à-dire de la plus ancienne à la plus récente.

2- Ordonnez les événements suivants qui reconstituent l'histoire de cette coupe:

- a- dépôt en couches horizontales D, C, B
- b- dépôt de A ;
- c - plissement des couches D, C, B ;
- d- émergence et érosion.

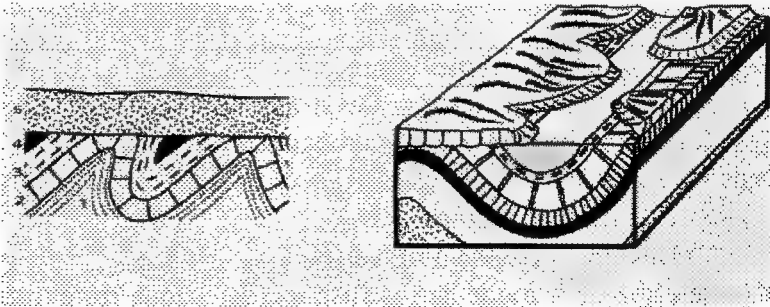
3 - Faites une série de schémas pour résumer cette histoire, en commençant par le dépôt horizontal de la couche D.



4- La couche D renferme des Trilobites, Quel est l'âge de cette couche ?

EXERCICE 26

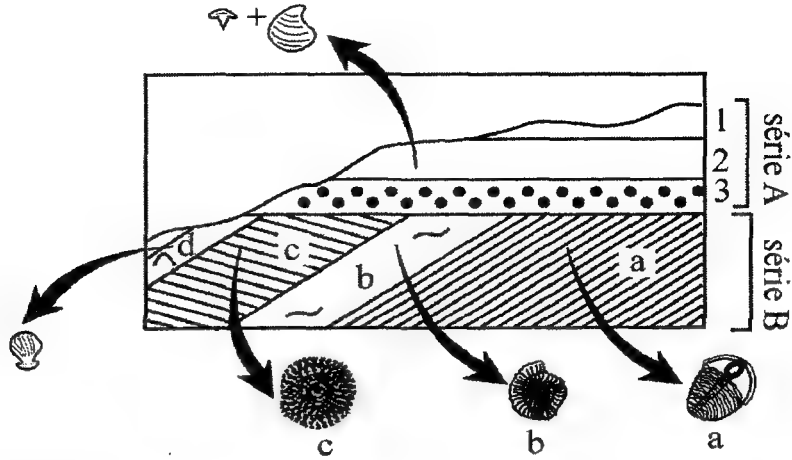
Le bloc-diagramme I et la structure II représentent tous les 2 des discordances angulaires: Comment expliquer ce phénomène?



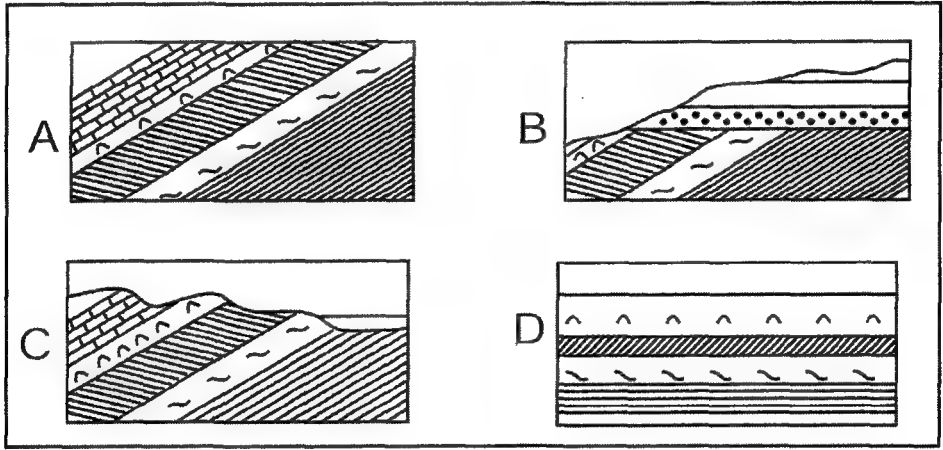
EXERCICE 27

Le document I suivant représente une coupe géologique d'une région du globe :

- 1°/ S'agit-il d'une concordance ou d'une discordance? Justifiez votre réponse.
- 2°/ a) Déterminez l'ordre de succession des couches, de la plus ancienne à la plus récente.
- b) Quel principe avez vous utilisé ?
- c) Enoncez ce principe.



3°/ Les schémas suivants, représentés dans le désordre, représentent les différentes étapes de formation de cette coupe géologique.



- a) Classez ces schémas suivant un ordre logique.
- b) Interprétez les différentes étapes.
- 4°/ Plusieurs fossiles ont été découverts dans les couches de la coupe .
- a) Qu'est ce qu'un fossile?
- b) A partir du document I, complétez le tableau suivant.

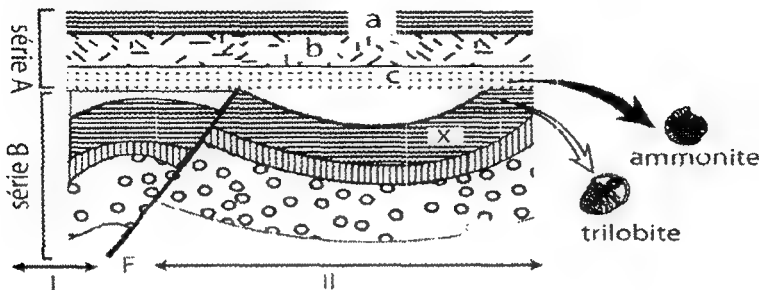
	Fossile (a)	Fossile (b)	Fossile (c )
Nom du fossile			
Age de la couche correspondante			

- c) Qu'est ce qu'un mauvais fossile stratigraphique ? En donnez un exemple parmi les fossiles représentés dans le document I.
- d) Dans les autres couches de la série, on a trouvé les restes suivants :
- Une dent de requin
  - Des traces de pas d'un vertébré.
- d1- Déterminez le mode de fossilisation de chaque reste trouvé.
- d2- Donnez 2 conditions nécessaires à une bonne conservation des restes d'organismes.
- d3- La dent de requin est un fossile de faciès. Quel est son rôle géologique ?

EXERCICE 28

Soit la coupe géologique ci-contre, représentant une discordance :

- 1) Observer la disposition des couches de la série B.
- a) Nommez la structure I, la structure II et F.



- b) Décrire F en mettant des croix dans le tableau suivant :

	verticale	inclinée	normale	Inverse
F est				

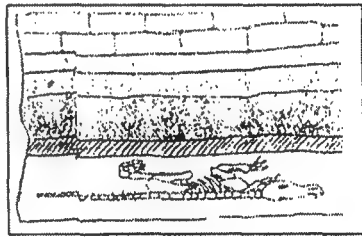
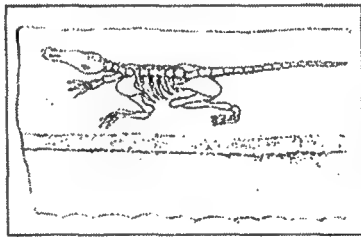
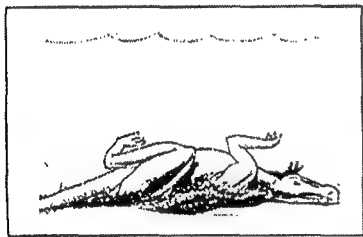
- 2) Que représentent les Ammonites et les Trilobites ?
- 3) Donner l'âge et de lieu de formation des couches c et x

	âge	Lieu de formation
c		
x		

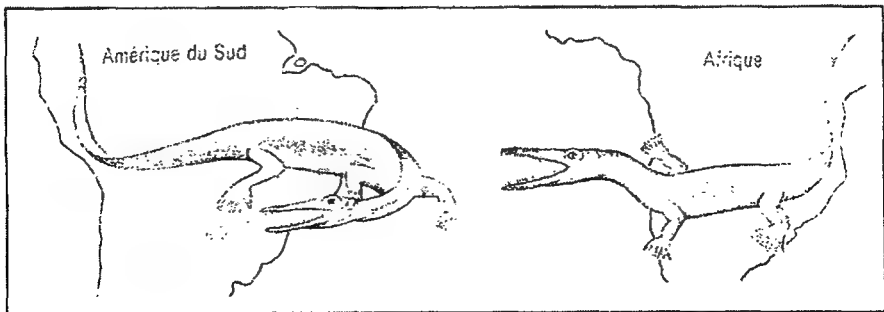
- 4) Quels évènements ont dû se produire entre le plissement de la série B et le dépôt de la série A ? (Histoire de la région).

EXERCICE 29

Le document 1 représente les différentes étapes de fossilisation d'un dinosaure :



- 1°/ Qu'appelle-t-on fossilisation ?
- 2°/ Commentez brièvement chacune de ces étapes.
- 3°/ Ce fossile de dinosaure a été trouvé uniquement du Brésil (Amérique du Sud) et en Afrique du Sud, dans des roches datant de l'ère secondaire



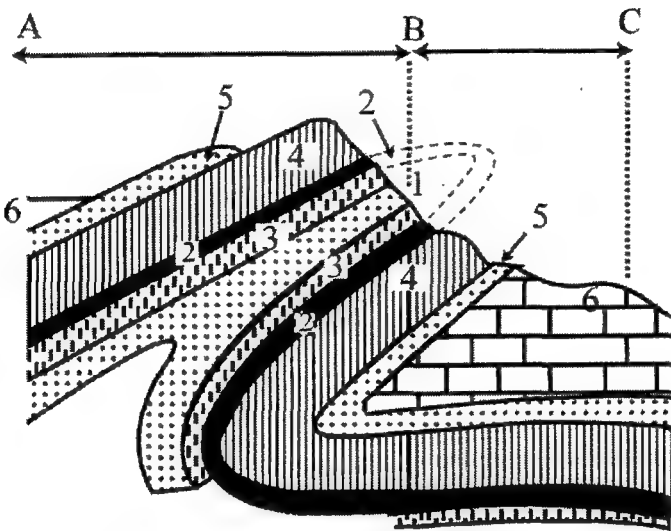
D'après le caractère de ces roches, ce dinosaure devait vivre dans des eaux salées peu profondes.

Proposez une explication à la présence de ce dinosaure uniquement dans ces deux régions pourtant très éloignées.

4°/ De quel type de fossile s'agit-il ? Justifiez votre réponse.

EXERCICE 30

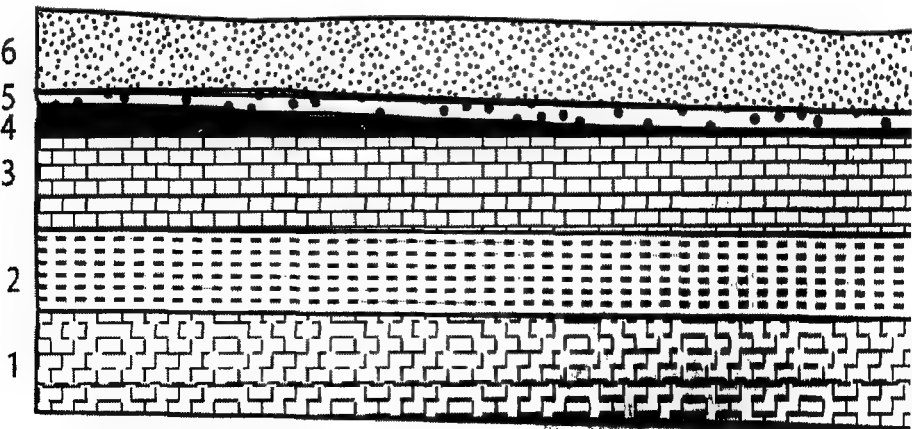
Le document suivant représente une structure plissée :



Sachant que la couche 1 est la plus ancienne et la couche 6 la plus récente, expliquez la disposition des couches dans chacun des flancs du pli (AB et BC)..

EXERCICE 31

Le document suivant représente une série stratigraphique où l'une des couches s'amincit et finit par disparaître.



Comment on appelle ce phénomène et comment l'interpréter ?



# TECTONIQUE

NB: VOIR SCHEMAS DES PLIS ET FAILLES PAGE 183

## EXERCICE 1

Analysez les observations suivantes et complétez les phrases en indiquant comment réagit le matériau aux conditions de l'expérience : se casse - s'allonge - plie - se brise - se ploie.

a. Soumis à une même torsion, une barre de craie ..... tandis qu'un bloc d'argile.....

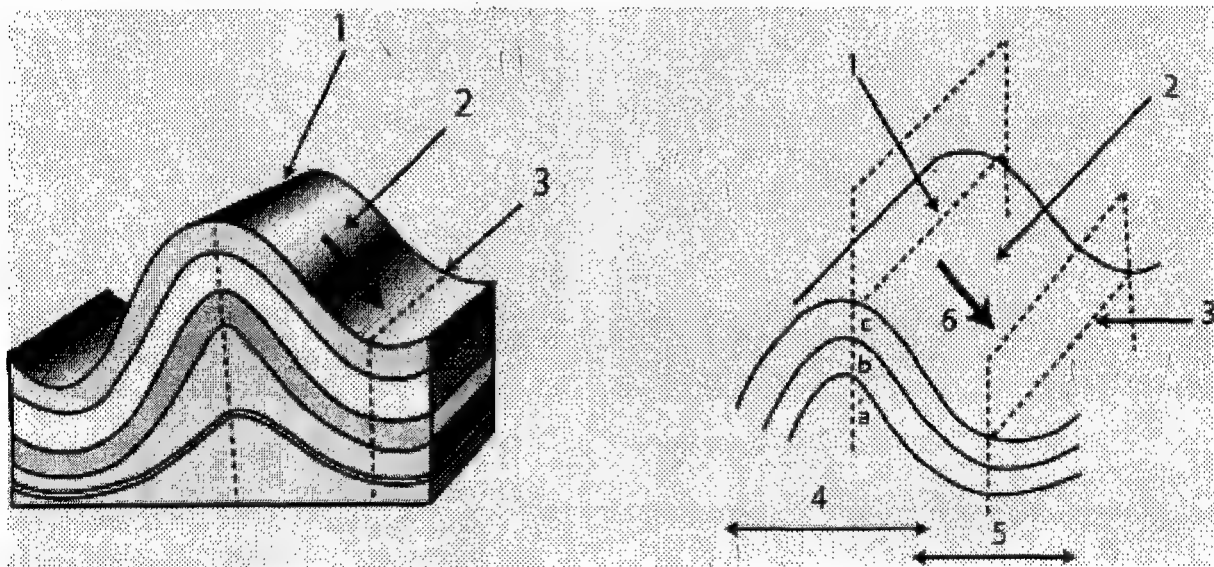
b. Soumis à un étirement, un bâton de pâte à modeler commence d'abord par ..... puis finit par ..... tandis qu'une barre de craie ..... rapidement.

c. Une canne de verre tordue à froid ..... tandis qu'elle..... dans la flamme d'un bec Bunsen.

## EXERCICE 2

1) Qu'appelle t-on pli simple ?

2) Le bloc diagramme de gauche vous permet de mieux comprendre le schéma qui lui correspond. Annotez les 2 schémas et donnez leur un titre.



3) Utilisez les termes de la légende précédente pour décrire un pli.

4) Quelle taille peut avoir un pli ?

## EXERCICE 3

Associez les chiffres aux lettres :

a- faille inverse

b- faille normale ou directe

c- faille coulissante verticale

d - pli simple

e- pli couché

1-mouvement de cisaillement horizontal

2- rapprochement ou compression latérale

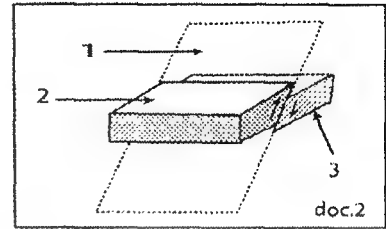
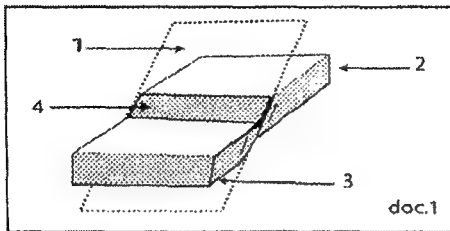
3- extension et écartement

## EXERCICE 4

De quoi dépendent les déformations des roches ? Expliquez.

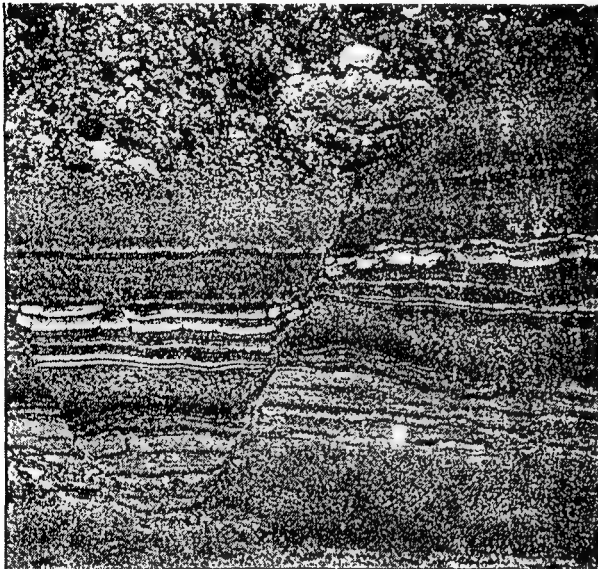
## EXERCICE 5

- 1) Qu'appelle-t-on faille ?
- 2) Nommez ces 2 types de failles puis attribuez à chacun des 2 documents la légende qu'il faut :



## EXERCICE 6

Les figures 1 et 2 suivantes montrent des coupes naturelles de roches déformées par des plis ou des failles :



1-\* Décalez cette image (2 ou 3 couches suffisent).

2- Colorez en rouge la ligne d'intersection du plan de faille et de la coupe naturelle : c'est la faille.

3- Dessinez en perspective le plan de faille

4- Colorez en bleu une seule couche de roches de part et d'autre de la faille afin de repérer le rejet.

5-Mesurez ce rejet sur le croquis puis, à l'aide de l'échelle, évaluez le déplacement réel d'un compartiment.

6-Complétez la légende du croquis en utilisant les termes suivants : rejet, faille, plan de faille, compartiment abaissé, compartiment élevé.

7- Rédigez un paragraphe de quelques lignes pour décrire une faille.

8- De quel type de faille s'agit-il ?

1- Décalez cette image (2 ou 3 couches suffisent.)

2- Colorez en rouge la ligne d'intersection du plan axial du pli avec la coupe naturelle : c'est l'axe du pli anticlinal.

3- Dessinez en perspective le plan axial du pli.

4- Colorez en vert une seule couche de roches de part et d'autre de l'axe d'un pli.

5- Complétez la légende du croquis en utilisant les termes suivants : anticlinal, flanc du pli, plan axial du pli, charnière du pli, axe du pli.

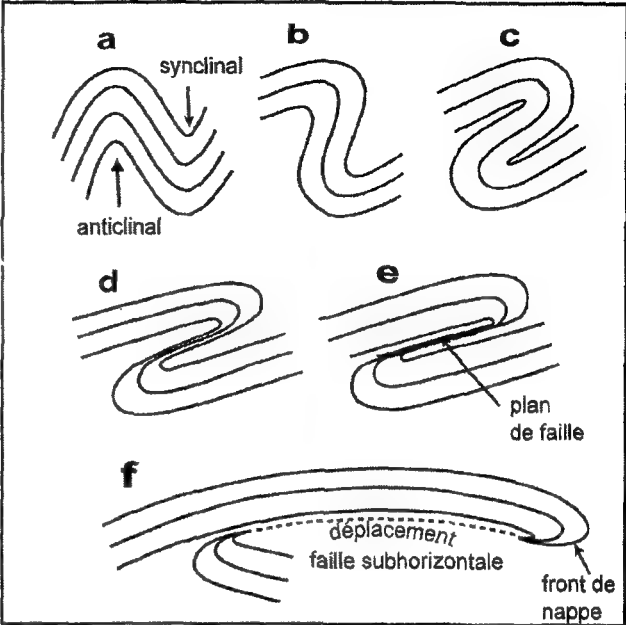
6-Rédigez un paragraphe de quelques lignes pour décrire un pli.

7-De quel type de plis s'agit-il ?

EXERCICE 7

- Faites correspondre chacun des schémas suivants au paragraphe qui le décrit le mieux.
- Ajoutez une légende et un titre pour chacun des schémas en utilisant les mots écrits en gras dans les 4 paragraphes suivants :

- 1- \* L'un des flancs présente un pendage beaucoup plus fort que l'autre, avec le **flanc normal** au dessus de la **charnière** et la **flanc inverse** en dessous : c'est un **pli oblique, déversé ou couché**
- 2- \* Les flancs du pli sont symétriques par rapport au plan vertical de l'anticlinal et ont un même pendage. Il s'agit d'un **pli droit**.
- 3- \* Le **flanc inverse** est fortement aminci (**pli étiré**) ou même avoir disparu (**pli faille**).
- 4- \* Le flanc inverse a subi une rupture, un décrochement des couches. Il a glissé sur d'autres terrains (avec **déplacement** sur plusieurs km). Il s'agit de **plis chevauchants** ou **nappes de charriage**.



EXERCICE 8

Les figures suivantes illustrent de façon simplifiée quelques déformations (plis et failles) :

- 1.a. Reproduisez, sous forme de schémas simples les coupes verticales des 4 types de plis représentés en volume sur les figures 1, 2, 3 et 4 ci-contre.

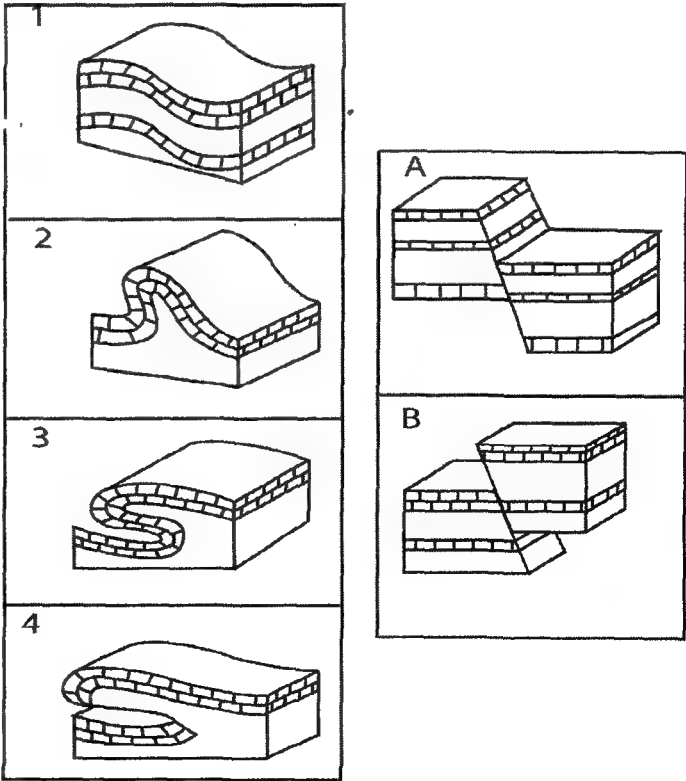
- Identifiez chacune de ces structures.
  - b. Indiquez par des flèches les directions des forces ou contraintes qui ont donné naissance à ces différents types de plis.
- NB : Pour traduire l'importance plus ou moins grande de ces forces, dessinez des flèches plus ou moins épaisses.

- c. Expliquez par une phrase ce qui s'est produit dans le quatrième cas, en justifiant le terme de pli-faille attribué à cette déformation.

- 2. a. Réalisez le même travail en ce qui concerne les failles obliques.

- b. Les géologues utilisent les termes de *compression* et de *distension* pour qualifier les forces en causes.

- Attribuez à chacun de ces deux exemples le terme qui convient.



EXERCICE 9

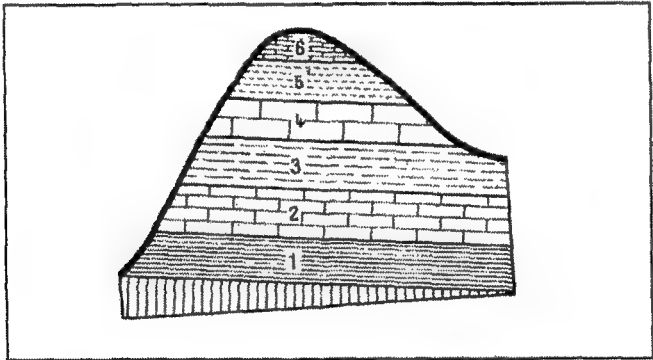
- 1- Que se produit-il lorsque du matériel rocheux est soumis à une extension ? à une distension ? Des schémas sont attendus.
- 2- Que signifient ces différents types de structures, pour le géologue?

EXERCICE 10

La forme des plis peut-elle nous renseigner sur la direction et l'intensité des forces auxquelles ont été soumises les roches? Expliquez.

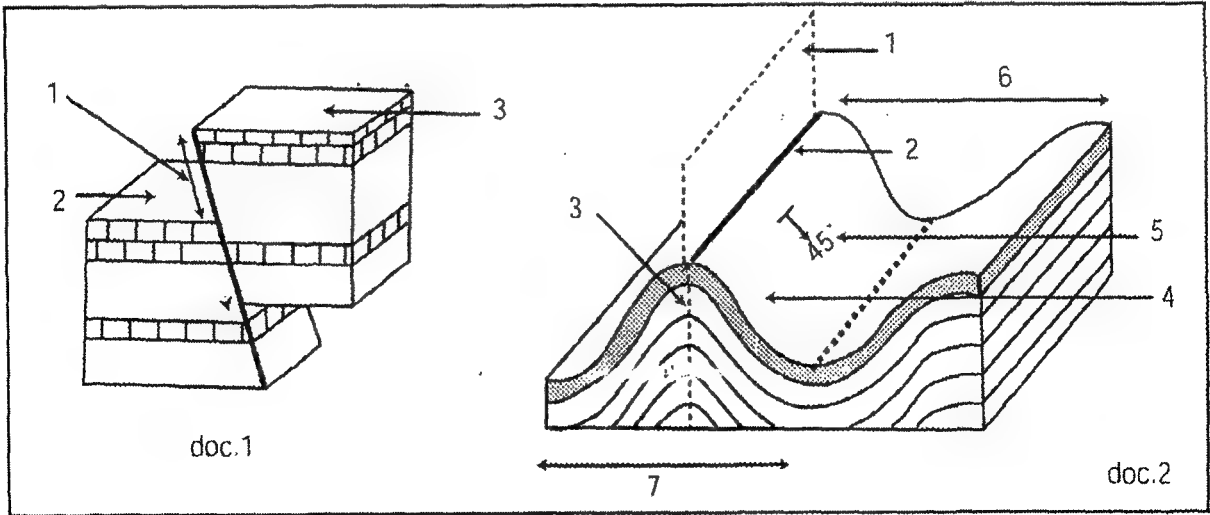
EXERCICE 11

En creusant une tranche, on rencontre une succession de strates dont l'âge est déterminé grâce aux fossiles. On les numérote de 6 à 1, cette dernière étant la plus ancienne. Comment expliquer cette disposition des couches ? Un schéma est attendu.



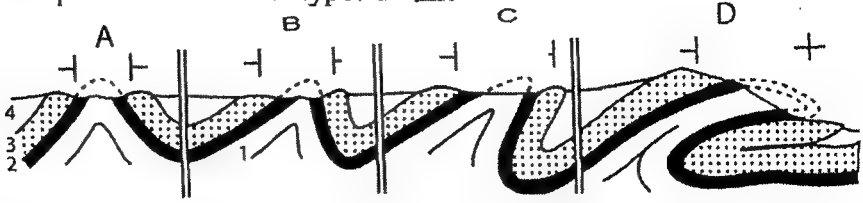
EXERCICE 12

- 1- Le document ci-contre (doc.1) représente une structure géologique :
  - a) Donnez un titre à cette structure. Justifiez.
  - b) Complétez la légende.
- 2) a- Donnez un titre à la structure du doc.2.
- b) Complétez la légende.



## EXERCICE 13

Le document suivant représente différents types de plis :



- 1° Donnez un titre à chacun des plis A, B, C et D.
- 2° Qu'appelle-t-on cœur d'un pli ?
- 3° Qu'appelle-t-on surface axiale ?
- 4° Qu'appelle-t-on axe du pli ?

## EXERCICE 14

- 1° Qu'appelle-t-on faille ?
- 2° Quels sont les différents types de failles ? Comment les reconnaître ?

## EXERCICE 15

Le type de faille dépend étroitement des mouvements qui affectent la surface du globe. Comment réaliser une mise en évidence *pratique* permettant d'obtenir

- a- une faille inverse ? En faire un schéma d'interprétation.
- b- Une faille normale ? En faire un schéma d'interprétation.

## EXERCICE 16

Quels sont les différents types de failles ?

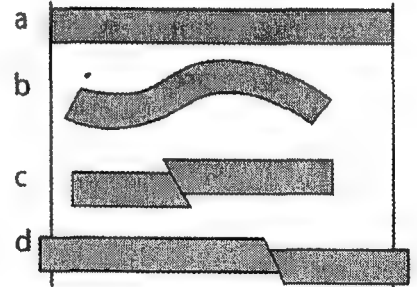
Expliquez leur formation en illustrant votre réponse par des schémas annotés et soignés.

## EXERCICE 17

Voici quelques exemples simples de déformations d'une couche de roches :

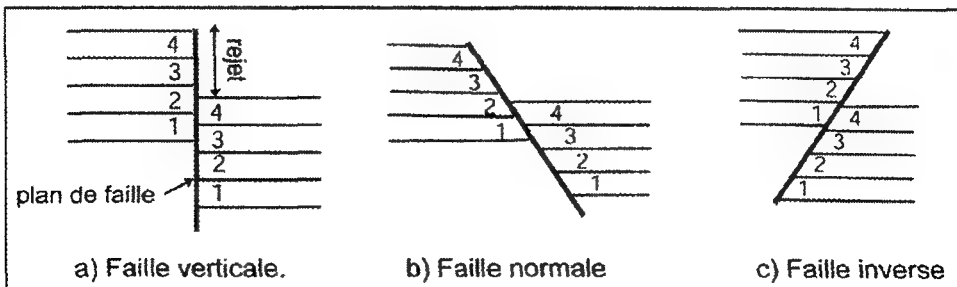
L'aspect « a » étant l'initial, proposez un titre à chacun des 3 autres aspects. Justifiez.

Ajoutez les flèches indiquant l'orientation des forces qui s'exercent sur la couche et les déplacements conséquents à ces forces.



## EXERCICE 18

Indiquez le type de faille pour chacun des schémas suivants :



## EXERCICE 19

Certaines affirmations sont justes, vous les indiquez. D'autres sont erronées, vous les corrigez.

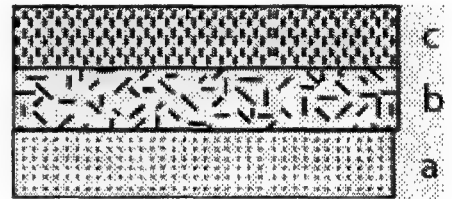
- 1- une roche rigide a toujours un comportement cassant.
- 2- Le diapir est une déformation cassante.
- 3- Les failles n'affectent que les couches horizontales.
- 4- Les failles sont toujours le résultat de forces latérales.
- 5- Les plis et les failles inverses sont des structures en compression horizontale, dues à des mouvements de rapprochement.
- 6- Les profondeurs de la terre sont les domaines des failles, parce qu'il y règnent des pressions très élevées .
- 7- Une faille normale ou directe, résulte de mouvements d'extension traduisant des forces d'écartement.
- 8- Une faille inverse est une faille dont le compartiment en surplomb par rapport au plan de faille glisse vers le haut ; elle résulte d'une extension
- 9- Un pli-faille se forme par rupture du flanc supérieur du pli.
- 10- Les forces de compression peuvent engendrer des failles horizontales ou coulissantes.

## EXERCICE 20

Choisissez la(es) bonne(s) réponse(s) :

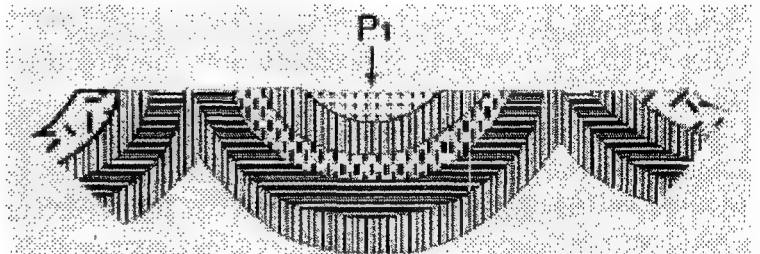
- 1- Voici trois couches sédimentaires superposées :

- a) la couche « a » est la plus ancienne
- b) la couche « a » est la récente.



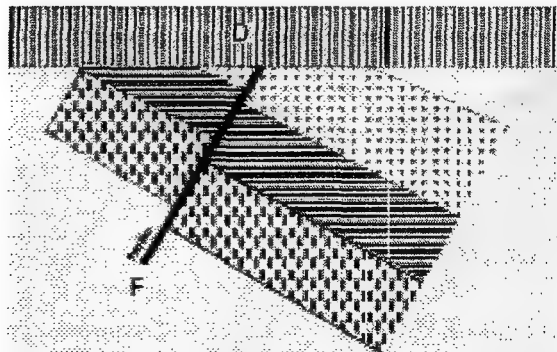
- 2- Voici une région plissée :

- a) P1 représente le pli anticlinal
- b) P1 représente le pli synclinal.



- 3- La faille F est :

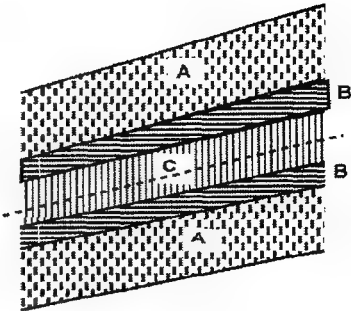
- a) antérieure à D
- b) postérieure à D.





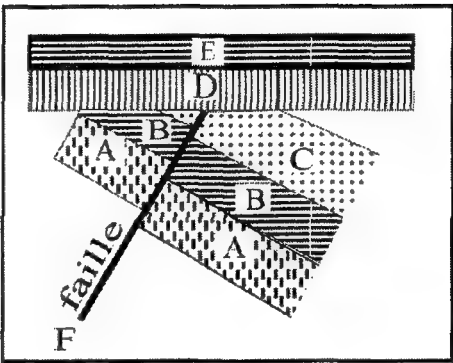
4- Voici l’affleurement après érosion d’un pli en surface. Sachant que la roche A est plus ancienne que B, elle-même plus ancienne que la roche C, l’axe du pli est un:

- a) anticlinal
- b) synclinal.



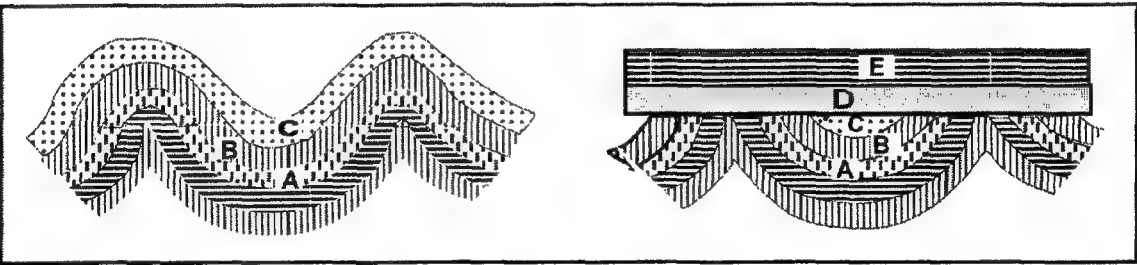
EXERCICE 21

Quel est l’âge de la faille par rapport aux couches de terrain A, B, C, D et E.



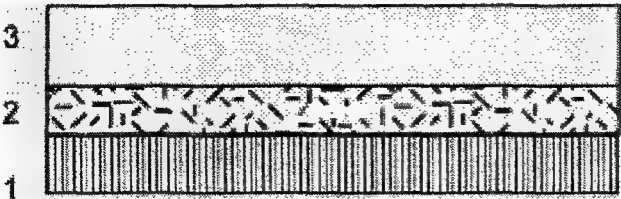
EXERCICE 22

- 1° Définir un pli.
- 2° Quel est l’âge du plissement de la figure suivante par rapport aux couches D et E. discordantes.



EXERCICE 23

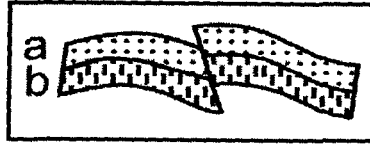
1- La figure ci-dessous représente des strates telles qu’elles ont été formées initialement. Quel est l’âge relatif de ces couches ? Quel principe avez-vous appliqué ?



2- Ces couches peuvent se plier formant soit un synclinal soit un anticlinal. Représentez les 2 cas de figures en indiquant pour chacun la couche la plus ancienne. Quelle roche occupe le cœur de l’anticlinal ? Du synclinal ?

## EXERCICE 24

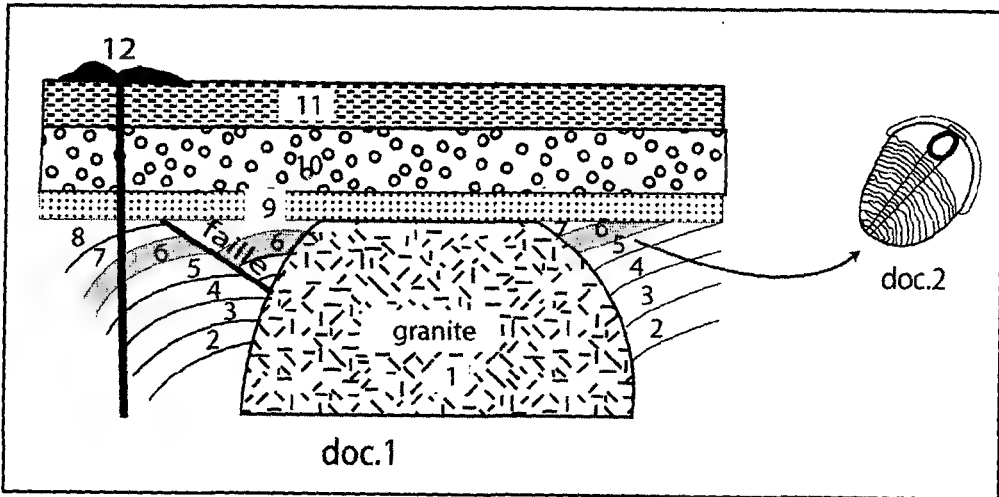
Quels sont les événements géologiques qui ont affecté ce terrain et quel est leur ordre chronologique ? Justifiez votre réponse.



## EXERCICE 25

Le document 1 ci-dessous présente la coupe géologique d'une région du globe.

Proposez une chronologie relative, justifiée des terrains et des événements lisibles sur la coupe, sachant que dans les roches 5 ont été découverts des fossiles (document 2) et que la roche 8 est datée - 55 Ma.



## EXERCICE 26

Le schéma ci-contre est une coupe verticale du sous-sol représentant des couches sédimentaires, les une plissées les autres horizontales, un pluton granitique avec deux ramifications  $R_1$  et  $R_2$  et une faille  $F$ .

*NB : Les ramifications  $R_1$  et  $R_2$  sont supposées de même âge.*

1. Que pouvez-vous dire

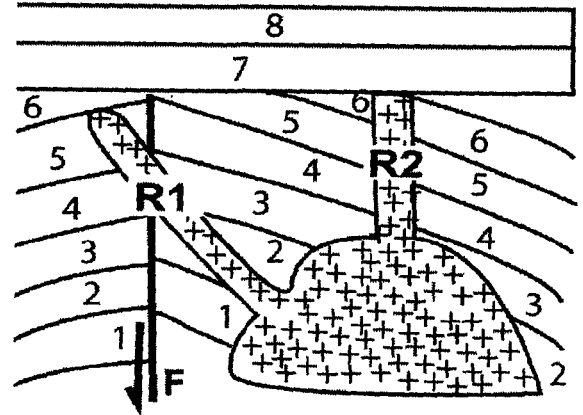
a- De l'âge relatif des ramifications  $R_1$  et  $R_2$  et de la faille ?

b- De la couche 8 et de la ramification  $R_1$  ?

2. a- Que pouvez-vous dire de l'âge de la faille par rapport à l'âge des couches plissées (de 1 à 6) et de la couche 8 ?

b- Quel est le déplacement relatif des deux compartiments ? En déduire le type de faille.

3. Reconstituez l'histoire géologique de l'ensemble de la région.



## EXERCICE 27

Le document 1 montre une coupe géologique représentant deux séries de strates sédimentaires.

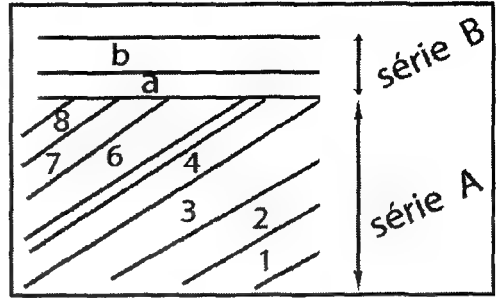
1° De quel type de structure géologique s'agit-il ? Justifiez votre réponse.

2° Résumez l'histoire de cette région en rangeant dans l'ordre les mots et expressions

Suivants : Erosion – Régression – Dépôt de la série B – Dépôt de la série A - Transgression – Soulèvement des terrains et plissement.

3° a) Quel est l'âge relatif du plissement par rapport aux couches composant les 2 séries A et B ? Justifiez votre réponse.

b) Selon quel principe peut-on dater les roches qui composent la série la plus récente? Enoncez ce principe.



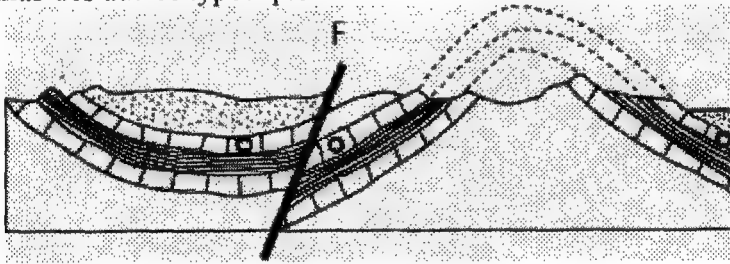
## EXERCICE 28

Ce document représente une structure géologique d'une région du globe.

1° Dans la nature, la structure F se présente sous plusieurs variantes.

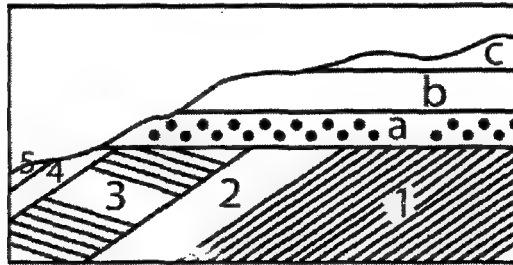
Quel est le type représenté sur le document ? Justifiez votre réponse.

2° Faites des schémas des autres types que vous avez étudiés en classe.



## EXERCICE 29

Ce document représente une structure géologique d'une région, représentant deux séries de strates sédimentaires.



1. Les couches obliques se sont-elles déposées dans la position que vous observez sur la coupe ? Expliquez.

2. Les couches horizontales du sommet sont-elles dans la position où elles se sont déposées ? Expliquez.

3. Représenter dans l'ordre et par des schémas simples et commentés les événements qui ont pu se produire pour arriver à cette structure.

## EXERCICE 30

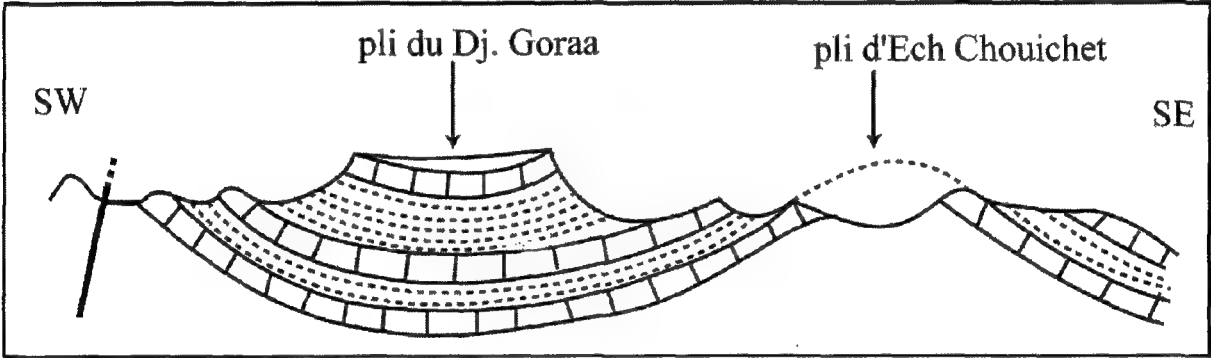
En vous basant sur le principe de superposition, établissez, dans les cas suivants la chronologie relative en choisissant « antérieur » ou « postérieur ».

1- Une déformation tectonique (pli ou faille) affecte une série sédimentaire ; elle est ..... à la mise en place de celle-ci.

- 2- Lorsque une série stratigraphique est recoupée par une deuxième série (par exemple un diapir), celle-ci est ..... à la première série.
- 3- Lorsqu'il existe un discordance entre une série plissée et une série horizontale, l'événement tectonique qui a plissé les couches inférieures est ..... aux couches horizontales.
- 4- Lorsque des strates sont affectées par un pli, celui-ci est ..... à leur dépôt.
- 5- Lorsqu'une roche contient des fragments provenant d'une autre roche, ces fragments sont ..... à la roche qui les contient.
- 6- Une faille est ..... à la dernière couche qu'elle affecte.
- 7- Une faille est ..... aux strates qui la recouvrent.
- 8- Un plissement est ..... aux strates horizontales qu'il affecte.

EXERCICE 31

1- Le document ci-dessous représente des structures géologiques observées dans la région de Thibar.

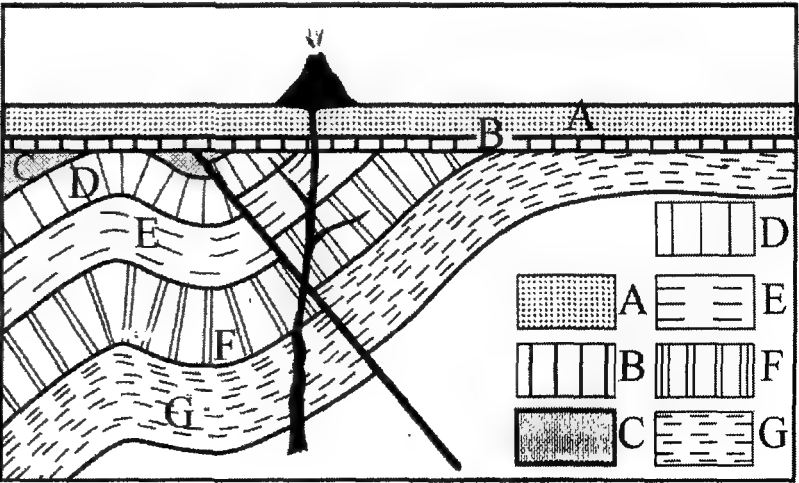


- Identifiez, tout en justifiant la réponse :
- a) le pli existant au jebel Goraa
  - b) Le pli existant à Ech Chouichet
- 2) Justifiez le fait que le relief actuel soit plus élevé au jebel Goraa qu'à Ec Chouichet

EXERCICE 32

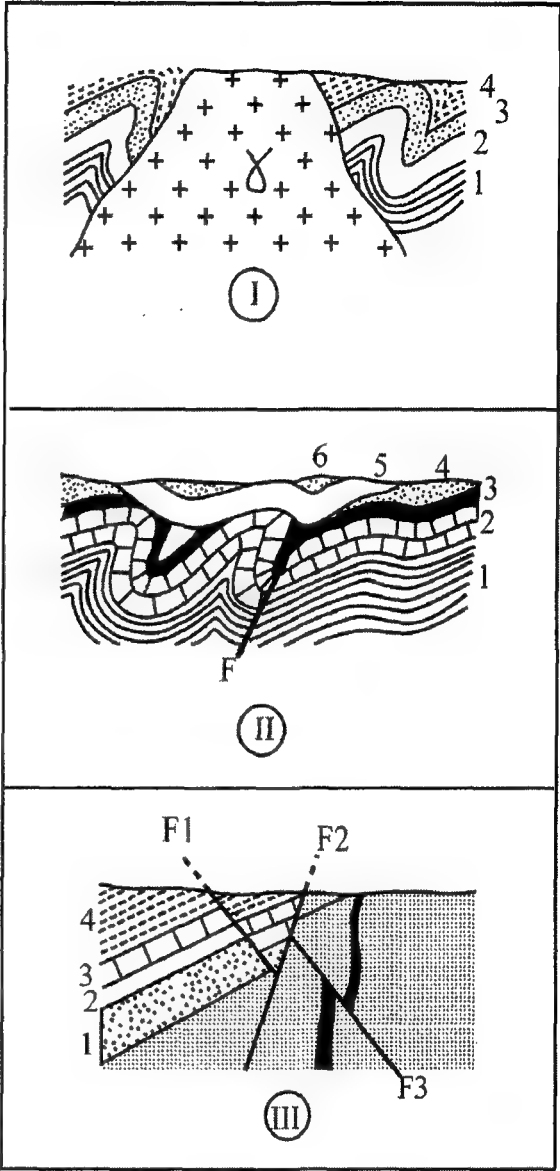
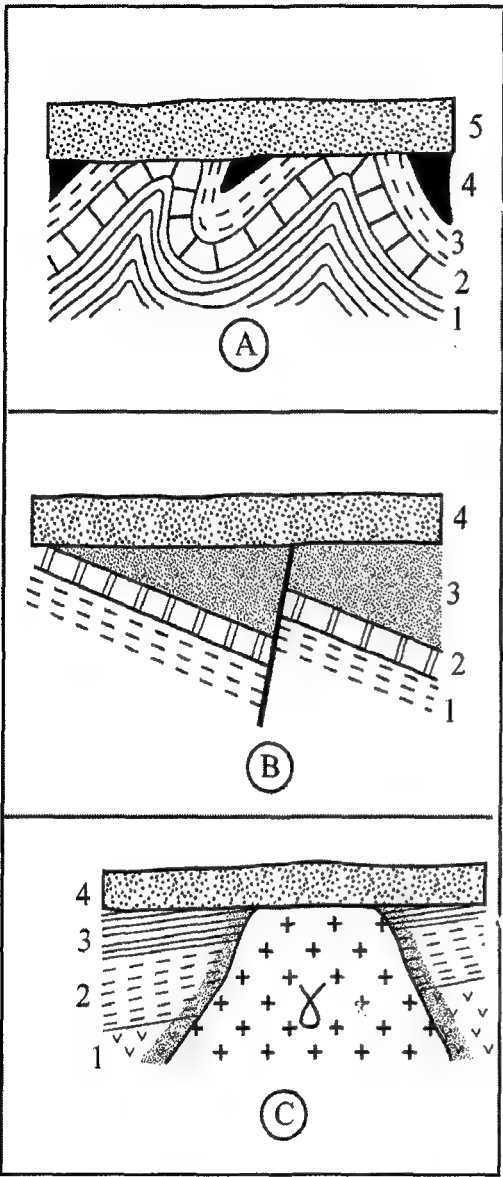
Le document ci-contre représente une coupe géologique schématique.

Reconstituez l'histoire de cette région en précisant les événements géologiques qui l'ont marquée. Vous justifierez la chronologie relative établie.



EXERCICE 33

Les documents A, B et C représentent des structures géologiques surmontées de couches discordantes.



1° Pour chaque cas, vous daterez la couche discordante par rapport à l'événement géologique qui a affecté les couches sous-jacentes.

Les documents I, II et III représentent des structures géologiques variées.

2° Donnez une datation relative des événements géologiques, les uns par rapport aux autres.

# LA CARTE GEOLOGIQUE

## EXERCICE 1 :

Qu'appelle-t-on carte géologique?

## EXERCICE 2 :

Qu'appelle-t-on coupe géologique ?

## EXERCICE 3 :

Comment construire une coupe géologique et comment doit-on représenter les figurés?

## EXERCICE 4

Quelles sont les différentes étapes de l'exécution d'une carte géologique ?

## EXERCICE 5

Qu'appelle-t-on pendage d'une couche? Un schéma est attendu.

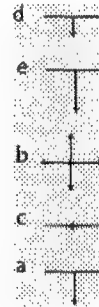
## EXERCICE 6:

Attribuez à chaque figure le nom qui lui convient :

d : direction de la couche ; s : sens du pendage (en principe sa longueur est en relation avec  $\alpha$ )

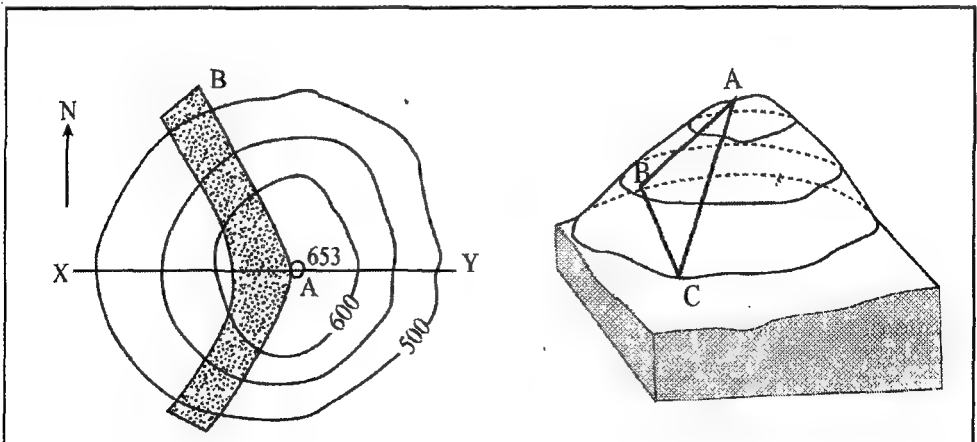
$\alpha$  : valeur du pendage).

- 1- Couche horizontale, pendage nul.
- 2- Pendage faible ( $\alpha$  de  $10^\circ$  à  $30^\circ$  environ).
- 3- Pendage moyen ( $\alpha$  de  $30^\circ$  à  $60^\circ$  environ).
- 4- Pendage fort ( $\alpha$  de  $60^\circ$  à  $80^\circ$  environ).
- 5- Couche verticale ( $\alpha = 90^\circ$ ).



## EXERCICE 7

Le document suivant est un extrait d'une carte géologique.

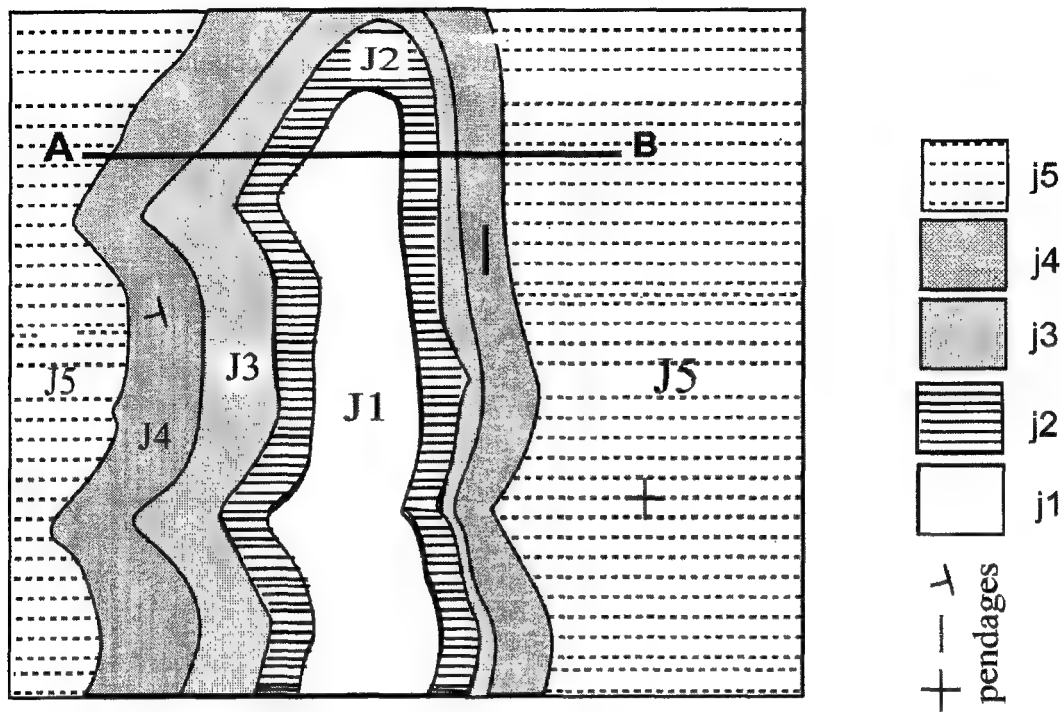


- 1° Représentez le profil topographique en choisissant une échelle convenable.
- 2° Représentez la coupe géologique suivant XY. En faire un commentaire.



EXERCICE 8

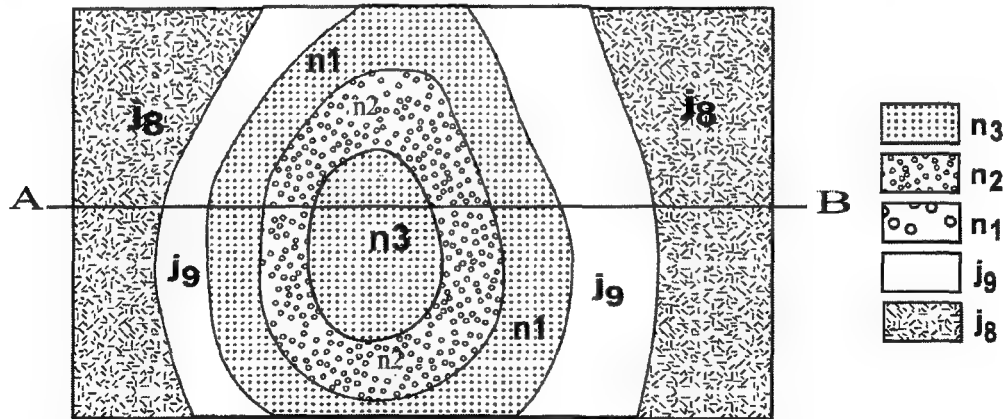
Le document suivant est un extrait d'une carte géologique :



Représentez la coupe géologique suivant AB, tout en expliquant votre démarche et en commentant la structure ainsi obtenue.

EXERCICE 9

Le document suivant est un extrait d'une carte géologique :



Représentez la coupe géologique passant par la formation ci-dessus, suivant AB, tout en rappelant les différentes étapes de la construction de la coupe.

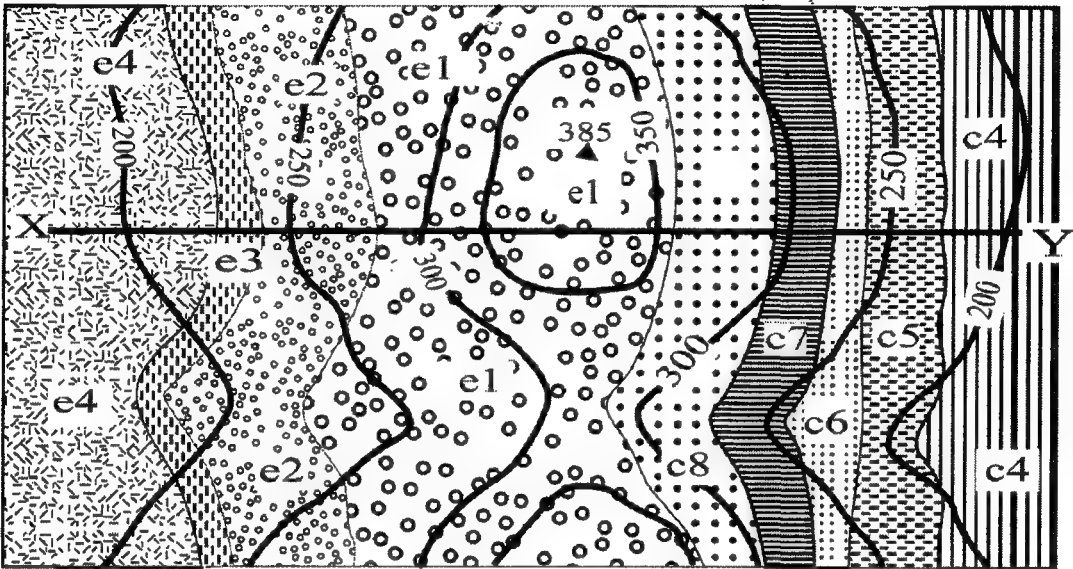
EXERCICE 10

Un anticlinal comportant des terrains datés de 1 à 5 de la plus ancienne à la plus récente est affecté après sa formation par une faille verticale, dirigée Nord-Sud qui fait monter le compartiment Est. Représentez :

- 1- les couches avant plissement,
- 2- L’anticlinal avant la faille en coupe verticale ;
- 3- Le même anticlinal après la faille, toujours en coupe verticale ;
- 4- Le même anticlinal faillé après que l’érosion a amené en surface la couche 1 ;
- 5- L’allure générale sur la carte géologique de ce pli faillé érodé.

EXERCICE 11

Le document suivant est un extrait d’une carte géologique :

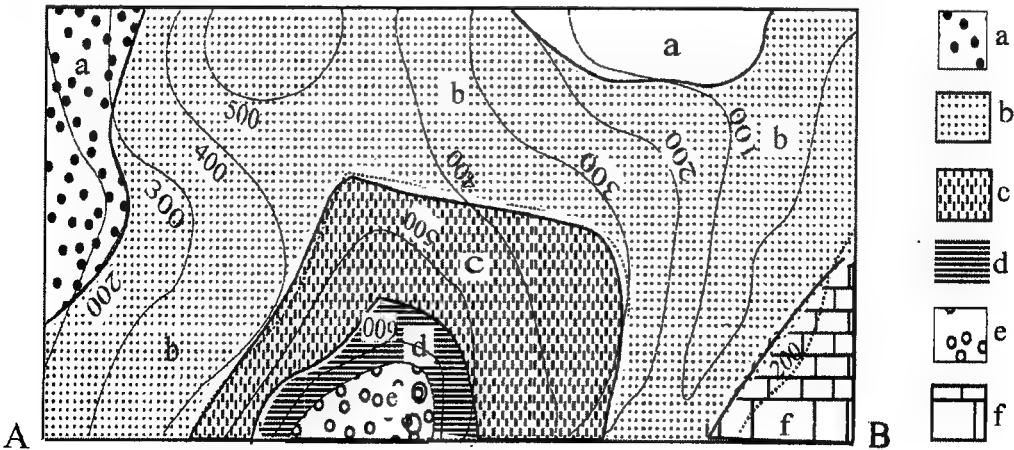


- 1° Représentez le profil topographique en choisissant une échelle convenable.
- 2° Représentez la coupe géologique suivant XY. En faire un commentaire.

EXERCICE 12

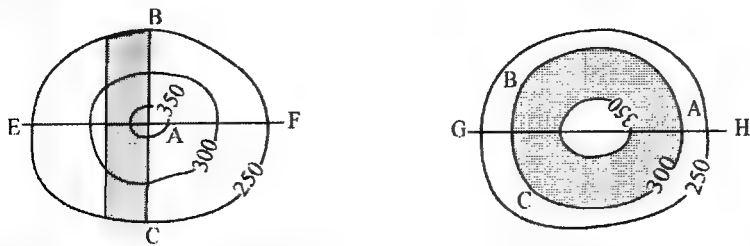
Le document suivant est un extrait d’une carte géologique.

- 1° Comment établir une coupe géologique ?
- 2° Représentez la coupe géologique suivant AB.



# **EXERCICE 13**

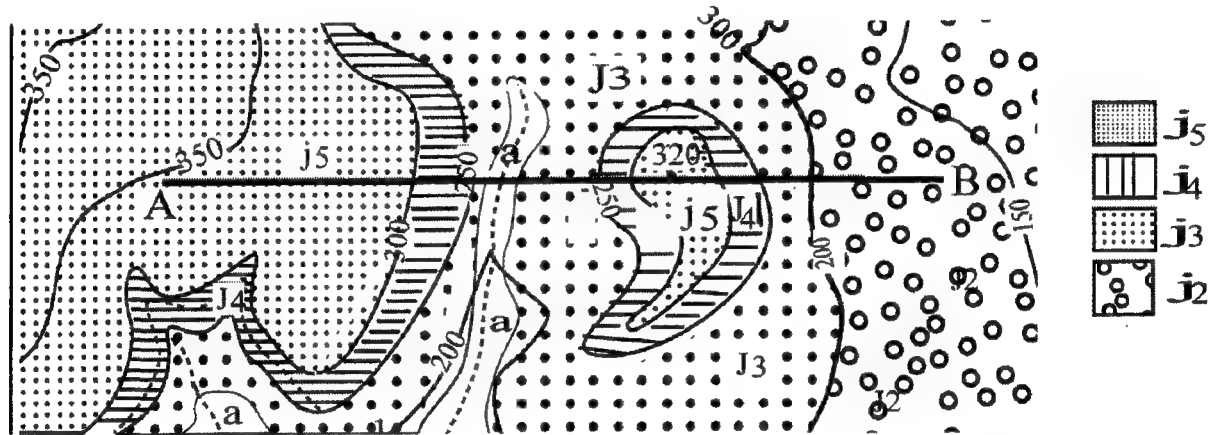
Les documents suivants sont des extraits d'une carte géologique :



- 1° Représentez les profils topographiques des 2 extraits.
- 2° Représentez la coupe géologique suivant EF et suivant GH.. En faire un commentaire.

# **EXERCICE 14**

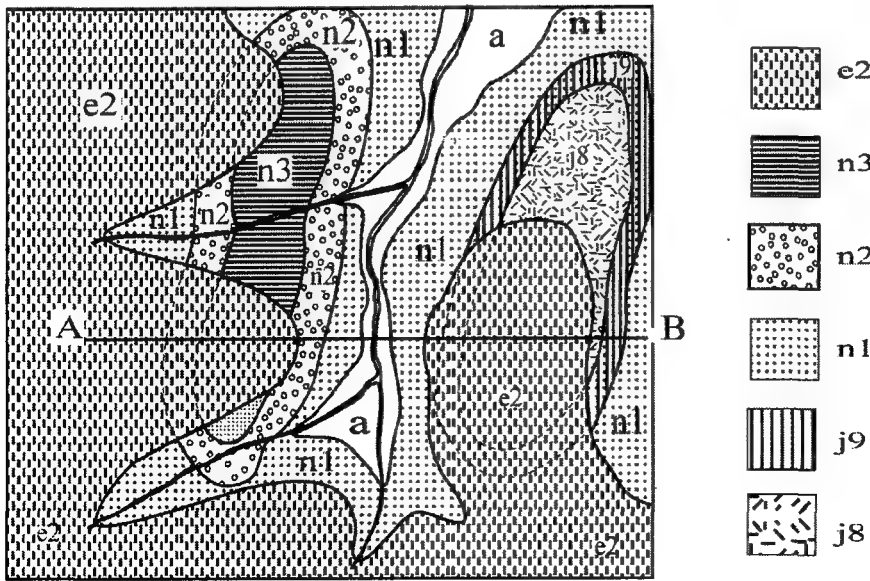
Le document suivant est un extrait d'une carte géologique :



- 1° Représentez le profil topographique en choisissant une échelle convenable.
- 2° Représentez la coupe géologique suivant AB. En faire un commentaire.

# **EXERCICE 15**

Le document suivant représente une portion de carte géologique d'une région du nord.



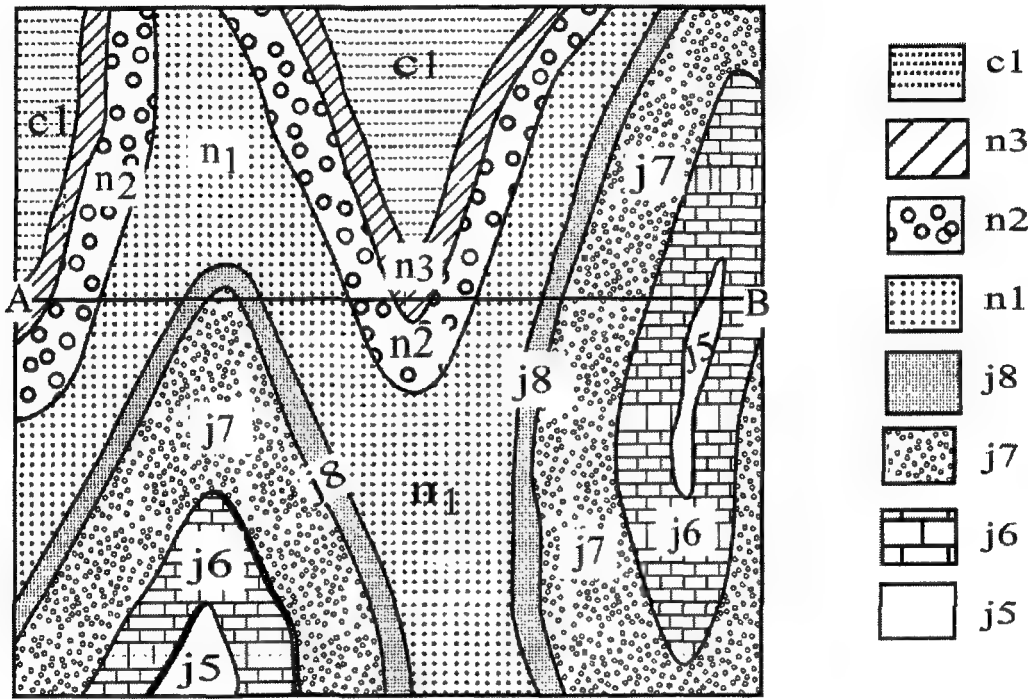
En examinant convenablement la carte, vous remarquerez que 2 ensembles sont en contacts, d'un côté la couche e, de faible épaisseur, de l'autre côté le reste des couches J<sub>8</sub>, J<sub>9</sub>, n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub> et n<sub>3</sub>.

1° Comment sont disposés ces 2 ensembles l'un par rapport à l'autre ? Justifiez votre réponse.

2° Faites le dessin de la coupe géologique passant par AB.

EXERCICE 16

Le document suivant est un extrait d'une carte géologique :

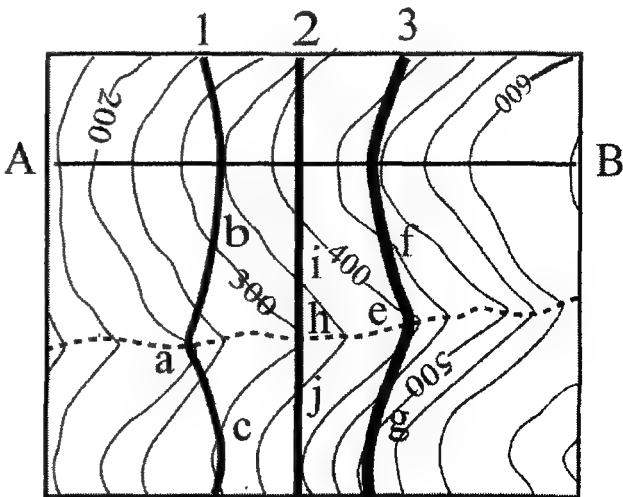


- 1° Représentez le profil topographique en choisissant une échelle convenable.
- 2° Représentez la coupe géologique suivant AB.
- 3° Quelles conclusions tirez-vous de l'étude des affleurements concentriques représentés par la carte ?

EXERCICE 17

Le document ci contre correspond à un extrait d'une carte géologique.

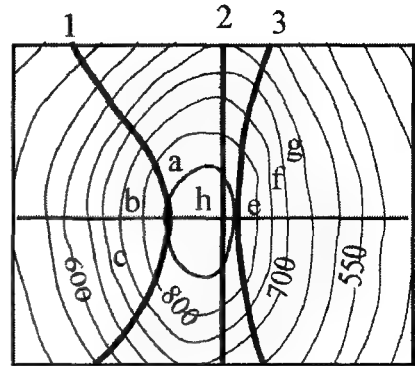
En utilisant les courbes de niveau ainsi que les plans 1, 2 et 3, construisez le profil topographique puis la coupe géologique, en déterminant et en justifiant les pendages des plans, en sens (E, W) et en grandeur ( $\alpha$ ).



EXERCICE 18

Le document ci contre correspond à un extrait d’une carte géologique.

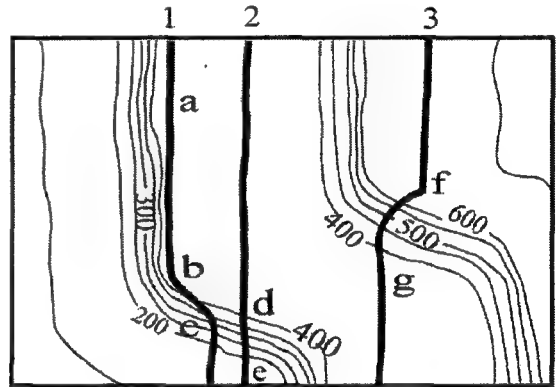
En utilisant les courbes de niveau ainsi que les plans 1, 2 et 3, construisez le profil topographique puis la coupe géologique, en déterminant et en justifiant les pendages des plans, en sens (E, W) et en grandeur ( $\alpha$ ),



EXERCICE 19

Le document ci contre correspond à un extrait d’une carte géologique.

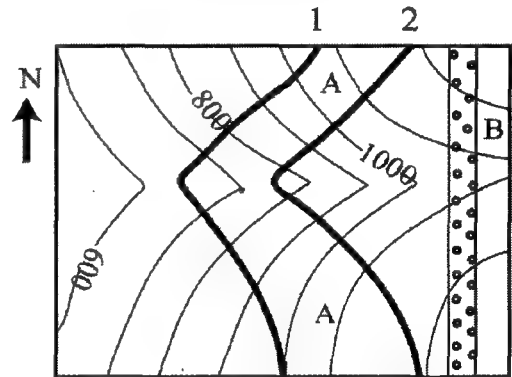
En utilisant les courbes de niveau ainsi que les plans 1, 2 et 3, construisez le profil topographique puis la coupe géologique, en déterminant et en justifiant les pendages des plans, en sens (E, W) et en grandeur ( $\alpha$ ),



EXERCICE 20

Le document ci contre correspond à un extrait d’une carte géologique présentant 2 couches A et B.

En utilisant les courbes de niveau ainsi que les contours des couches A et B, construisez le profil topographique puis la coupe géologique, en déterminant et en justifiant les pendages des couches en sens (E, W) et en grandeur ( $\alpha$ ),

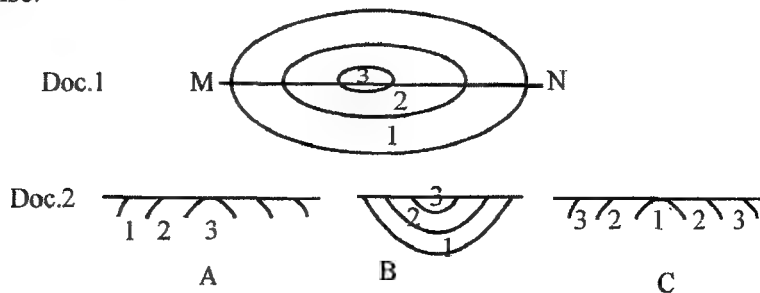


EXERCICE 21

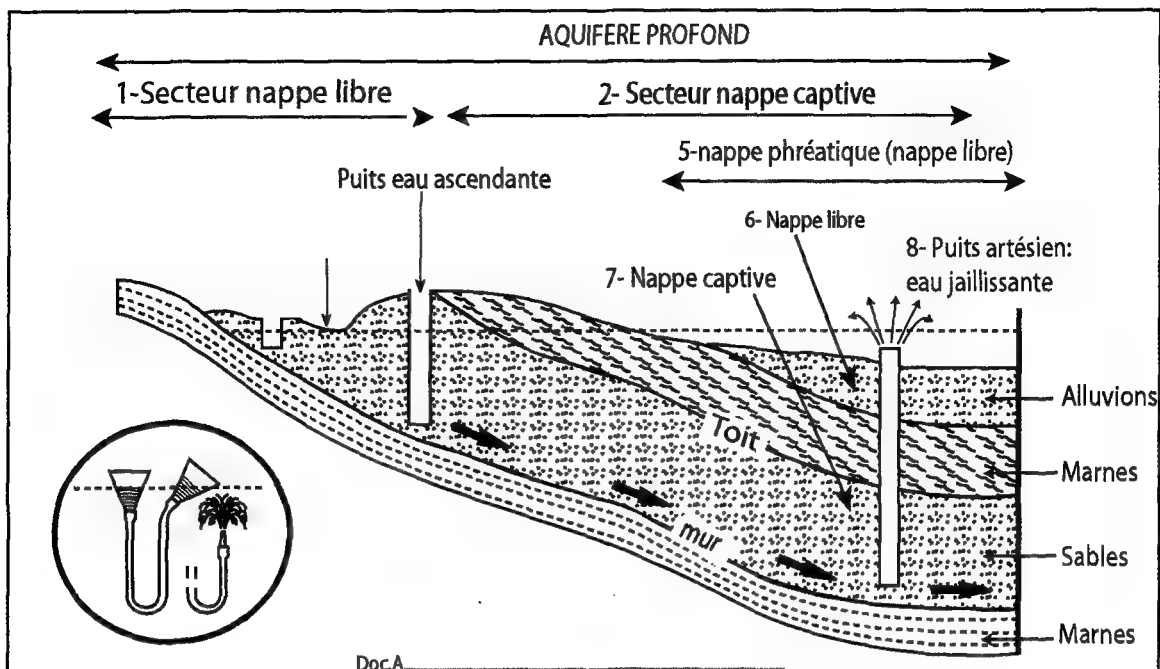
Le document I, extrait d’une carte géologique représente un pli simple, après érosion.

NB : par convention, on note 1, 2, 3 etc, en fonction de leur âge, 1 étant les plus anciens, et donc initialement les plus profonds.

Une représentation de ce pli en coupe verticale selon la coupe MN correspond-elle à la figure A, à la figure B ou à la figure C du document 2 ? S’agit-il d’un anticlinal ou d’un synclinal ? Justifiez votre réponse.



# LES EAUX SOUTERRAINES

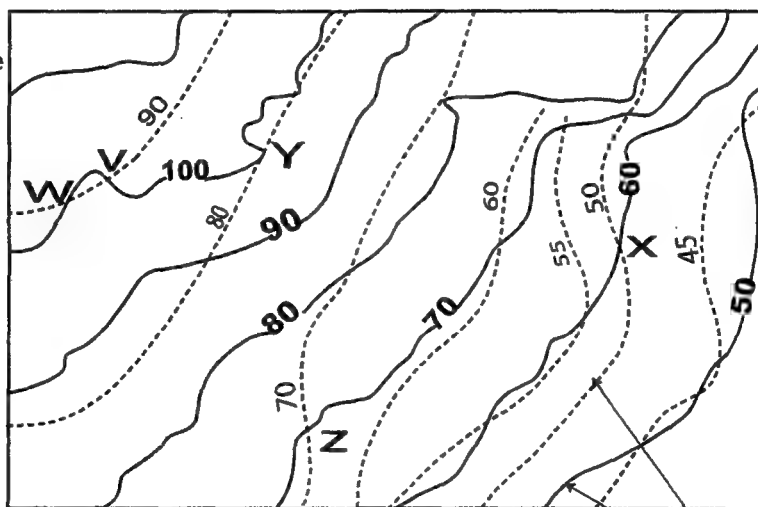


1° A quelle profondeur se trouve l'eau aux points ?

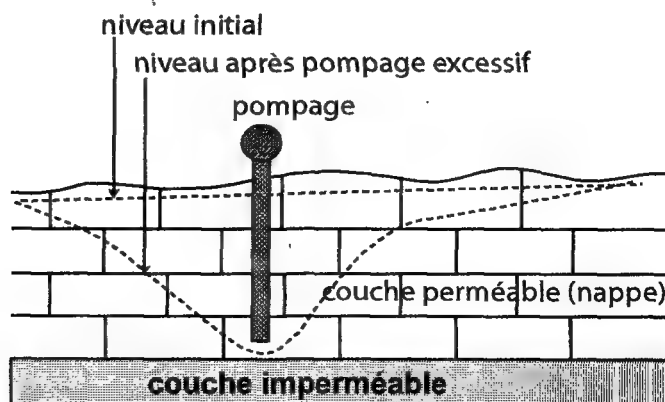
X: .....  
 Y: .....  
 Z: .....  
 V: .....  
 W: .....

2° Indiquez le sens de l'écoulement de l'eau dans cette nappe.

3° Existe-t-il des sources dans cette région? justifiez.



Doc.2:



Doc.3:

# LES RESSOURCES EN EAU

## EXERCICE 1 :

Le tableau suivant vous donne une idée des réservoirs d’eau de la planète :

	Volume 10 <sup>3</sup> km <sup>3</sup>	Pourcentage %
Océans	1 370 000	93,930
Eaux souterraines (dont actives)	60 000 4 000	4,120 0,270
Glaciers	24 000	1,650
Lacs	230	0,016
Humidité du sol	75	0,005
Vapeur d’eau	14	0,001
Eaux fluviatiles	1,2	0,0001

Les valeurs du tableau sont exprimées en 10<sup>3</sup> km<sup>3</sup>.

Eaux de surface continentales .....	130
Atmosphère .....	13
Biosphère .....	0,7

- 1- Comparez la taille des différents réservoirs. Que représente la réserve d’eau douce par rapport à la réserve totale.
- 2- Quel est le devenir de l’eau de pluie (ou eau de précipitation) ?
- 3- Quels sont les moteurs du cycle de l’eau à l’échelle planétaire ?
- 4- L’eau douce est une ressource naturelle finie et recyclée. Expliquez comment.

## EXERCICE 2

- 1) Citer une roche particulièrement perméable et une roche très imperméable.
- 2) Qu’appelle-t-on roche poreuse ? citez des exemples.
- 3) Remplissez chaque case par : oui ou par non.

Propriétés	Roche meuble	Roche poreuse	Roche perméable	Roche réservoir (aquifère)
Roches				
Argile				
Sable				
Calcaire				

## EXERCICE 3

Le tableau suivant présente des mesures de porosité et de perméabilité :

	Porosité totale (L./m <sup>3</sup> )	Porosité efficace (L./m <sup>3</sup> )	Perméabilité (m/j)
<b>Roches poreuses</b>			
Sable et gravier	200 – 400	150 – 250	1000 – 10
Sable fin	300 – 350	100 – 150	100 – 0,1
Argile	400 – 500	10 – 20	< 0,01
<b>Roches fissurées</b>			
Calcaire	10 – 100	10 – 50	1000 – 0,1
Craie	100 – 400	10 – 50	100 – 1
granite	1 – 50	1 – 20	< 1

- 1) Définir : porosité totale, porosité efficace et perméabilité.
- 2) La perméabilité d'une roche dépend-elle de sa porosité totale ? de sa porosité efficace ? Justifiez.
- 3) Classer les roches du tableau en fonction de leur aptitude à former des aquifères en expliquant votre choix.

## EXERCICE 4

Comment se comportent les roches sédimentaires que vous avez étudié vis à vis de l'infiltration de l'eau dans le sous-sol.

## EXERCICE 5

Un aquifère est à la fois un réservoir et un conducteur d'eau.

- 1) Quelle est la roche qui illustre le mieux cette définition ? Justifiez votre réponse.
- 2) Quelle est la roche qui arrête la progression de l'eau dans une série stratigraphique ? Justifiez votre réponse.
- 3) Quelle est la roche qui ne peut être considérée comme un aquifère qu'à l'échelle de la couche géologique ? Justifiez votre réponse.

## EXERCICE 6

Quelle relation existe-il entre la porosité des roches d'un aquifère et la capacité de stockage de cet aquifère ?

## EXERCICE 7

Quelle relation existe-t-il entre la perméabilité des roches d'un aquifère et la circulation de l'eau dans cet aquifère ?

## EXERCICE 8

On dit que certaines roches sont perméables « en petit », d'autres sont perméables « en grand ». Essayez d'expliquer ces expressions.

## EXERCICE 9

Comment se forme une nappe d'eau souterraine ?

## EXERCICE 10

Définir les termes suivants :

- 1) aquifère                      2) nappe phréatique                      3) nappe libre                      4) nappe captive.

## EXERCICE 11

- 1) Qu'appelle t-on niveau piézométrique ? Qu'est ce qu'il indique ?
- 2) Qu'appelle t-on surface piézométrique ? de quoi dépend elle ?
- 3) Qu'appelle t-on courbes isopièzes ? comment les obtient-on ? Quel est leur intérêt pratique ?
- 4) Comment est défini l'écoulement de l'eau sur une carte piézométrique ?

## EXERCICE 12

Comparez une nappe libre et une nappe captive en précisant les caractéristiques de chacune d'elles.

## EXERCICE 13

Quelles conditions faut-il pour qu'un aquifère existe et soit exploitable ?



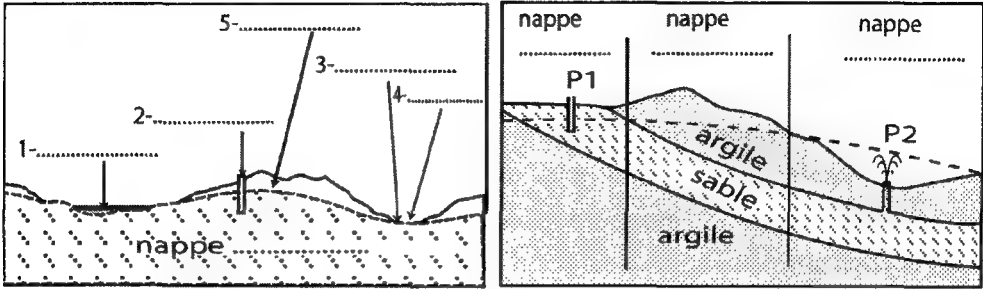
EXERCICE 14

Comment et par qui les aquifères sont alimentés ?

EXERCICE 15

Placez sur les 2 schémas suivants les termes suivants :

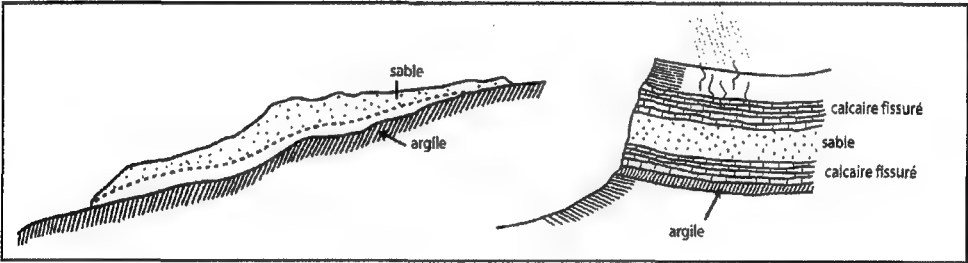
- nappe libre ou phréatique, nappe captive, source, puits artésien, niveau piézométrique, nappe artésienne, lac, rivière, puits normal.



P1 =puits normal      P2 =puits artésien

EXERCICE 16

Les schémas ci-après représentent des structures géologiques renfermant des nappes d'eau. Indiquez, pour chaque schéma le niveau piézométrique, le type de nappe, et le point où on peut avoir une source.



EXERCICE 17

Faites correspondre chacune de ces affirmations avec le type de nappe (nappe phréatique, nappe libre et nappe captive). Remplissez le tableau d'en bas :

- 1/ Elle peut être surmontée par une nappe phréatique ou par une nappe captive.
- 2/ C'est une nappe dont la surface piézométrique n'est séparée du sol que par des formations perméables.
- 3/ C'est un réservoir dans lequel l'eau accumulée peut séjourner pendant des millénaires.
- 4/ Elle est approvisionnée en eau par une aire d'alimentation qui peut être géographiquement très éloignée.
- 5/ Elle peut renfermer de l'eau « fossile », correspondant à des précipitations très anciennes.
- 6/ Elle est alimentée par toute sa surface par les eaux de pluie.
- 7/ C'est une nappe dont l'eau est en équilibre avec la pression atmosphérique.
- 8/ C'est une nappe dont le niveau piézométrique n'est pas atteint, empêché par l'existence de couches imperméables.
- 9/ C'est une nappe dont le niveau piézométrique marque la limite supérieure de la zone saturée d'eau.
- 10/ C'est une nappe dont la pression de l'eau est supérieure à la pression atmosphérique.

- 11/ C'est une nappe facilement accessible car le niveau de l'eau est proche de la surface du sol.
- 12/ Elle peut être alimentée par une rivière ou un lac.

Nappe phréatique	Nappe libre	Nappe captive

EXERCICE 18

Les phrases sont fausses ou incomplètes. Il s'agit de les corriger ou de les compléter.

- 1- Les aquifères sont des réservoirs souterrains permettant le stockage de l'eau.
- 2- On peut récupérer la totalité de l'eau d'un aquifère.
- 3- Les eaux de pluie alimentent toujours les nappes libres sur toute leur surface extérieure.
- 4- Une nappe d'eau souterraine exige l'existence d'une roche réservoir (poreuse ou fissurée).
- 5- Seules les roches poreuses sont capables d'être des roches réservoirs.
- 6-Le niveau piézométrique est le niveau au-dessus duquel la roche est saturée en eau.
- 7- Le niveau piézométrique indique à quel niveau se trouve le mur ou plancher de l'aquifère.
- 8- Le rabattement du niveau piézométrique indique un faible apport d'eau de pluie.
- 9- La surface piézométrique d'une nappe captive peut être mesurée par un piézomètre..
- 10- Dès qu'on fait un forage, l'eau jaillit.

EXERCICE 19

Les affirmations suivantes peuvent être vraies ou fausses. Repérez celles qui sont fausses et modifiez les pour les rendre exactes.

- a/ Les aquifères sont tous formés par des roches poreuses.
- b/ Le niveau piézométrique d'une nappe correspond toujours au niveau supérieur atteint par l'eau dans l'aquifère.
- c/ La capacité de stockage d'un aquifère dépend uniquement de la porosité de la roche réservoir.
- d/ Une nappe captive, surmontée par un niveau imperméable n'est pas alimentée ni par les précipitations ni par les eaux de surface.

EXERCICE 20

Parmi les affirmations proposées certaines sont incomplètes, et d'autres sont fausses.

- a/ Relevez les numéros des affirmations incomplètes et complétez les.
- b/ Relevez les affirmations fausses et corrigez les.
- 1) Dans la nature, il existe seulement des eaux de surface et des eaux souterraines.
- 2) Dans le sous-sol, l'eau est toujours prisonnière entre deux couches imperméables formant des nappes libres.
- 3) Une nappe libre reçoit toujours de l'eau par toute sa surface.
- 4) On ne peut exploiter l'eau d'une nappe qu'en creusant des puits.

EXERCICE 21

1- Parmi les affirmations suivantes, une seule correspond au terme aquifère. Laquelle?

- a. Formation géologique renfermant une nappe d'eau souterraine.
- b. Ensemble de roches susceptibles d'arrêter la circulation de l'eau dans le sous-sol.
- c. Ensemble des eaux de surface et souterraines d'une région donnée.

## EXERCICE 22

Quelles sont les affirmations exactes dans la série suivante?

- 1- Le cycle de l'eau est le chemin suivi par l'eau dans une nappe souterraine.
- 2- Le cycle de l'eau est constitué par l'ensemble des cours d'eau qui se déversent dans les mers et les océans.
- 3- Les aquifères contiennent des nappes d'eau souterraine.
- 4- Une nappe captive ne peut pas être exploitée pour l'alimentation en eau.
- 5- Une nappe est libre lorsqu'elle est surmontée de roches perméables.
- 6- Le niveau d'une nappe libre présente des variations saisonnières.
- 7- La nappe phréatique est toujours une nappe captive.
- 8- Plus une nappe est profonde et plus elle met de temps à se recharger.
- 9- L'évapotranspiration est la perte d'eau des zones couvertes de végétaux.
- 10- Le cycle de l'eau est constitué par les échanges d'eau permanents entre hydrosphère, lithosphère, atmosphère et biosphère.

## EXERCICE 23

Repérer par une croix les affirmations exactes. Corrigez la (les) affirmation(s) fausse(s) :

- 1- Le pompage dans une nappe aquifère peut conduire à une baisse du niveau piézométrique de la nappe.
- 2- Une nappe captive peut renfermer de l'eau « fossile ».
- 3- Une nappe libre contient l'eau sous pression.
- 4- Un aquifère peut être constitué par une roche perméable et fissurée.
- 5- L'intersection d'une courbe isopièze et d'une courbe de niveau de même cote indique toujours la présence d'une source.

## EXERCICE 24

Repérer les affirmations exactes. Corrigez ensuite les affirmations inexactes :

- a. Une source est un point d'écoulement d'eau à la surface du sol.
- b. L'eau d'une nappe phréatique peut être captée à la surface du sol.
- c. L'eau d'une nappe phréatique circule car ce réservoir « fuit » en permanence.
- d. Le niveau piézométrique d'une nappe correspond au niveau du plancher de la nappe, c'est-à-dire à l'endroit où elle repose sur une couche imperméable.
- e. Le pompage dans une nappe phréatique abaisse le toit de cette nappe.
- f. Un puits artésien est caractérisé par des eaux sous pression qui jaillissent à la surface à l'occasion d'un forage profond.
- g. Un puits artésien est alimenté par une nappe libre.
- h. Les eaux d'un puits artésien sont toujours chaudes et salées.
- i. Les argiles constituent d'excellents aquifères.
- j. Un aquifère peut être constitué par une roche non poreuse mais fissurée.

## EXERCICE 25

Les affirmations suivantes sont toutes inexactes. Modifier les phrases (en remplaçant, en supprimant ou en complétant certaines parties) pour les rendre exactes :

- 1° Le niveau piézométrique d'une nappe correspond toujours au niveau supérieur atteint par l'eau dans l'aquifère, autour du piézomètre.

- 2° Les aquifères sont tous formés par des roches poreuses et perméables.
- 3° La nappe d'eau souterraine la plus superficielle, ainsi que les nappes plus profondes accessibles en creusant un puits, sont qualifiées de nappes phréatiques.
- 4° Les argiles sont imperméables car ces roches ne sont pas poreuses.
- 5° La capacité de stockage d'un aquifère dépend uniquement de la porosité de la roche réservoir.
- 6° Une nappe captive, surmontée par un niveau perméable, n'est alimentée ni par les précipitations ni par les eaux de surface

## EXERCICE 26

Repérer les affirmations correctes.

### 1) Une nappe phréatique :

- a/ est une nappe d'eau souterraine dont la surface piézométrique n'est séparée du sol par aucun niveau imperméable.
- b/ contient de l'eau sous pression ;
- c/ est parfois le siège d'un écoulement de l'eau à contrepartie.
- d/ présente une surface piézométrique qui n'atteint jamais la surface du sol ;
- e/ peut être alimentée par une rivière ou un lac.

### 2) Un aquifère :

- a/ est toujours constitué d'une roche poreuse imprégnée d'eau ;
- b/ est un réservoir dans lequel l'eau accumulée peut séjourner pendant des millénaires ;
- c/ peut être constitué par une roche non poreuse mais fracturée ;
- d/ ne permet jamais une circulation rapide de l'eau ;
- e/ nécessite la réalisation obligatoire de forages pour être exploité.

### 3) Une nappe captive :

- a/ est approvisionnée en eau par une aire d'alimentation qui peut être géographiquement très éloignée ;
- b/ peut renfermer de l'eau « fossile », correspondant à des précipitations très anciennes ;
- c/ peut être surmontée par une nappe phréatique ou par une autre nappe captive ;
- d/ est rechargée par les eaux s'infiltrant depuis la surface du sol surmontant la nappe, même dans une région où elle est exploitée par des puits artésiens.
- e/ permet une circulation très rapide de l'eau, ce qui explique que l'eau puisse jaillir quand on réalise un forage atteignant cette nappe ;
- f/ n'est alimentée ni par les précipitations ni par les eaux de surface.

## EXERCICE 27

Choisissez la (les) bonne(s) réponse(s) :

### 1. Une nappe captive est située entre :

- a- deux roches perméables.
- b- deux roches imperméables
- c- une roche perméable et une roche imperméable

### 2. L'eau des nappes phréatiques se présente sous forme :

- a- de lac souterrain
- b- de rivière
- c- d'eau diffuse dans les pores de la roche

### 3. Sur une roche poreuse, l'eau :

- a- s'écoule
- b- pénètre
- c- traverse.

**4. Le niveau de l'eau d'une nappe souterraine varie en fonction :**

- a- des précipitations      b- de l'exploitation par l'homme      c- de l'évaporation

**5- Le sable est une roche :**

- a- poreuse      b- perméable      c- imperméable

**6- L'argile happe la langue car elle est :**

- a- poreuse      b- perméable      c- imperméable

**7- Un aquifère est :**

- a- une roche réservoir d'eau      b- une nappe d'eau souterraine      c- une roche poreuse

**EXERCICE 28****Vrai ou faux ?**

- 1- L'eau douce utilisée dans l'alimentation est prélevée exclusivement dans les cours d'eau
- 2- Une nappe phréatique est la nappe souterraine la plus proche de la surface
- 3- L'alimentation d'une nappe souterraine se fait essentiellement par les eaux de pluie.
- 4- La température d'une eau de source révèle la profondeur de l'aquifère duquel elle provient.
- 5- En Tunisie, l'eau souterraine est uniquement contenue dans des aquifères captifs.
- 6- Les eaux souterraines sont des eaux courantes.

**EXERCICE 29**

Choisissez la (les) bonne(s) réponse(s) :

**1- Une nappe phréatique est :**

- a- une nappe captive      b- une nappe libre      c- une nappe mixte

**2- Les isopièzes indiquent :**

- a- le toit d'un aquifère      b- le plancher d'un aquifère  
c- les points de même altitude de la surface de la nappe

**3- L'eau potable provient :**

- a- de source      b- de nappe souterraine      c- de fleuve

**4- Dans les pays arides, l'eau des réservoirs est le plus souvent :**

- a- surexploitée      b- sous-exploitée      c- exploitée de façon équilibrée

**5- L'eau douce exploitée est :**

- a- utilisée sur place      b- distribuée au sein d'un pays  
c- exportée vers des pays voisins

**6- Les réseaux aquifères se développent :**

- a- dans les roches poreuses      b- dans les roches friables      c- dans les roches compactes.

**7- Les aquifères captifs se rencontrent :**

- a- uniquement dans des terrains granitiques  
b- uniquement dans des terrains sédimentaires  
c- aussi bien dans des terrains granitiques que sédimentaires.

**8- dans un système karstique, les sources principales sont alimentées :**

- a- par des eaux de surface      b- par des rivières souterraines  
c- par des eaux d'infiltration de surface.

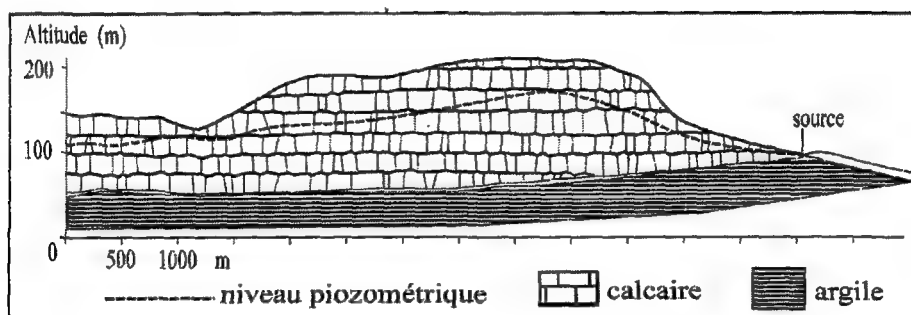
**EXERCICE 30****Vrai ou faux ? :**

- 1- Les eaux souterraines représentent le plus fort pourcentage d'eau douce de la planète.

2. Une nappe captive est surmontée d'une couche perméable.
3. Dans un puits artésien, l'eau est sous pression.
4. L'écoulement des eaux se fait toujours perpendiculairement aux isopièzes.
5. Les industries consomment la plus grande partie de l'eau douce exploitée.
6. Les barrages sont des réservoirs d'eau naturels.
7. Les roches réservoirs sont toutes des roches poreuses.
8. L'exutoire permet l'entrée de l'eau dans un aquifère.
9. Un aquifère est uniquement un conducteur d'eau.
10. Un aquifère peut être constitué de roches non poreuses.

## EXERCICE 31

La coupe géologique ci-dessous représente une nappe dans du calcaire, avec son niveau piézométrique.



A partir de l'analyse de cette coupe, expliquez où est localisée la source.

## EXERCICE 32

- 2) Qu'appelle t-on source ?
- 3) Les sources sont elles permanentes ? Expliquez.

## EXERCICE 33

Repérer les affirmations correctes :

### a) Cycle de l'eau :

1. C'est le chemin suivi par l'eau à la surface de la Terre..
2. Le cycle de l'eau n'intéresse que les eaux des cours d'eau, des mers et des océans.
3. Le cycle de l'eau est constitué par les échanges permanents entre hydrosphère, lithosphère, atmosphère et biosphère.
4. La biosphère ne participe pas au cycle de l'eau.
5. L'atmosphère est le principal réservoir d'eau de la planète.
6. Les nuages sont constitués essentiellement d'eau.

### b) Aquifère

- 1) On qualifie d'aquifère une étendue d'eau quelconque.
- 2) Un aquifère est une roche contenant de l'eau exploitable.
- 3) L'argile constitue d'excellents aquifères.
- 4) On ne peut pas extraire l'eau contenue dans les aquifères.
- 5) Les aquifères contiennent des nappes d'eau souterraine.
- 6) Les sables peuvent constituer des aquifères.

**c) Nappe captive**

1. Une nappe est captive lorsqu'elle est surmontée de roches imperméables.
2. Une nappe est captive lorsqu'elle est surmontée de roches perméables.
3. Une nappe captive ne peut être contenue dans un aquifère.
4. Une nappe captive ne peut pas être exploitée pour l'alimentation en eau.
5. Dans une nappe captive, on peut parfois creuser des puits artésiens.

**e) Pollutions minérales**

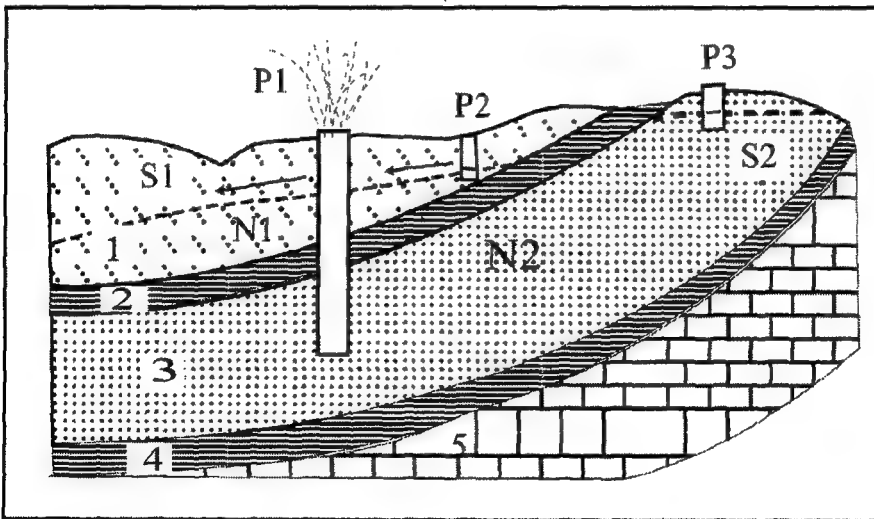
1. Elles correspondent à une accumulation de déchets domestiques.
2. Elles peuvent provenir d'une accumulation de pesticides ou d'herbicides.
3. Elles peuvent provenir d'une accumulation de nitrates.
4. Elles peuvent provenir d'une accumulation de phosphates.
5. Elles ne proviennent jamais de l'industrie.

**f) Pollutions organiques**

1. Elles peuvent provenir d'une accumulation d'engrais.
2. Elles peuvent provenir d'une accumulation de déchets domestiques.
3. Elles peuvent être directement toxiques en raison de la nature des substances qu'elles contiennent même en faible quantité.
4. Elles ne proviennent jamais de l'agriculture.

**EXERCICE 34**

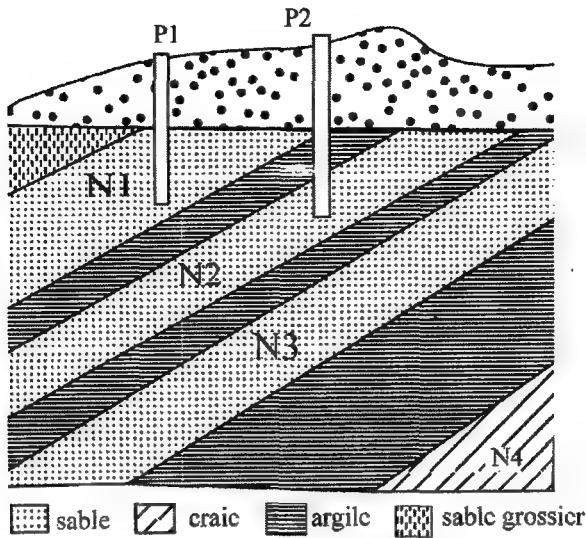
Soit la structure géologique suivante :



- 1) Que représente  $S_1$  et  $S_2$  ?
- 2) Combien y a-t-il de nappes aquifères dans cette structure ? Quelle est la nature de chacune d'elles ? Justifiez votre réponse.
- 3) Que peut-on dire des puits  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$  ?
- 4) Coloriez un bleu la colonne d'eau dans chacun des puits  $P_1$ ,  $P_2$ , et  $P_3$ .
- 5) Représentez sur le schéma par des flèches rouges le sens de l'écoulement de l'eau dans les nappes.
- 6) Comparer les niveaux de l'eau de la nappe  $N_1$  et de la rivière. Qu'en pensez-vous ?

EXERCICE 35

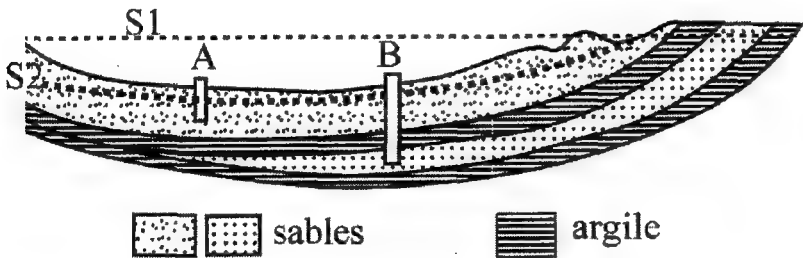
Soit la structure géologique suivante :



- 1- Quelle est la nature de chacune des nappes représentées sur le document ? Justifiez.
- 2- Quelle est la nature des puits 1 et 2 ? Justifiez.
- 3- Quelle est la meilleure eau potable de ces nappes ? Expliquez.
- 4- Si on approfondit d'avantage le puits 1, son débit change-t-il ? Pourquoi ?

EXERCICE 36

Soit la structure géologique suivante :



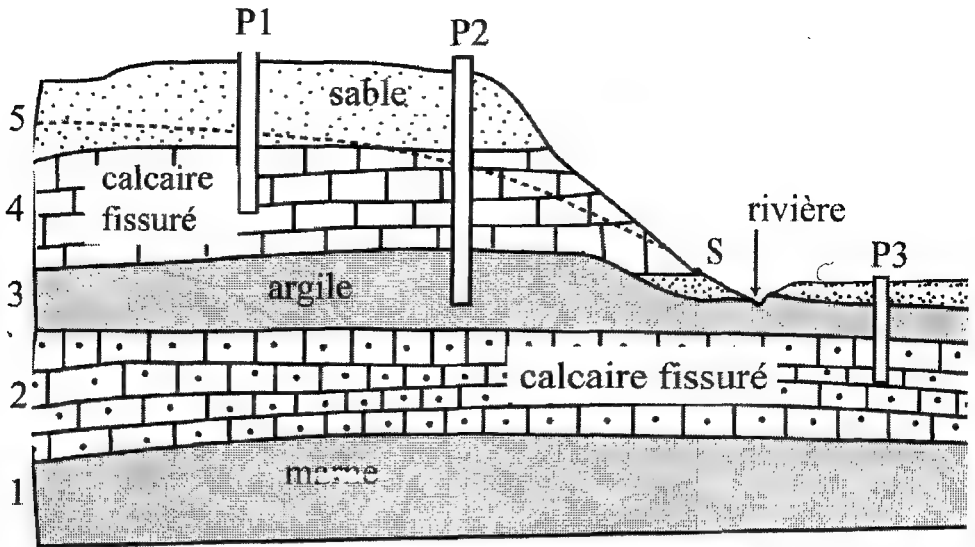
- 1) Localisez les nappes aquifères existant dans cette région.
- 2) Que représentent les pointillés S1 et S2 ?
- 3) Les puits A et B sont –ils artésiens ? Justifiez votre réponse.

EXERCICE 37

Soit la structure géologique (page suivante):

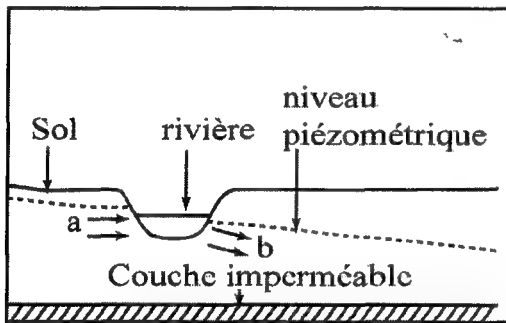
- 1) Déterminez la nature des différentes nappes. Justifiez.
- 2) Localisez la source pouvant existe dans la région. Justifiez.
- 3) Quelle est la nature des 3 puits creusés ?  
Lequel des 3 puits peut être à sec ? Justifiez.
- 4) Quelle relation peut exister entre la rivière et les nappes avoisinantes ?



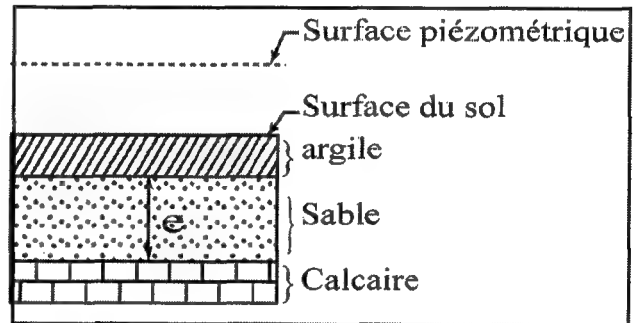


### EXERCICE 38

Le schéma I permet de comprendre les rapports pouvant exister entre une rivière et un aquifère, au point de vue alimentation en eau.



doc.1



doc.2

1°/ A quoi est due l'inclinaison du niveau piézométrique ?

2°/ Dans certains cas, la rivière alimente la nappe ou elle est alimentée par celle-ci. Expliquez.

3°/ S'agit il d'une nappe libre ou captive ? Justifiez votre réponse.

Le schéma II montre un sondage dans une nappe de 5 m d'épaisseur (e), son étendue horizontale étant de 70 km et sa largeur de 3 km.

4°/ Si on creuse un puits quelle sera sa nature ?

5°/ Calculer la quantité d'eau contenue dans la nappe, sachant que l'eau occupe 15% du volume total de l'aquifère.

Quelle quantité d'eau peut-on extraire de la nappe, sachant que l'eau libre représente 50% du volume total d'eau emmagasinée dans la roche.

6°/ Pourquoi ne peut-on pas extraire de cette roche toute l'eau présente ? Justifiez votre réponse par un schéma annoté.

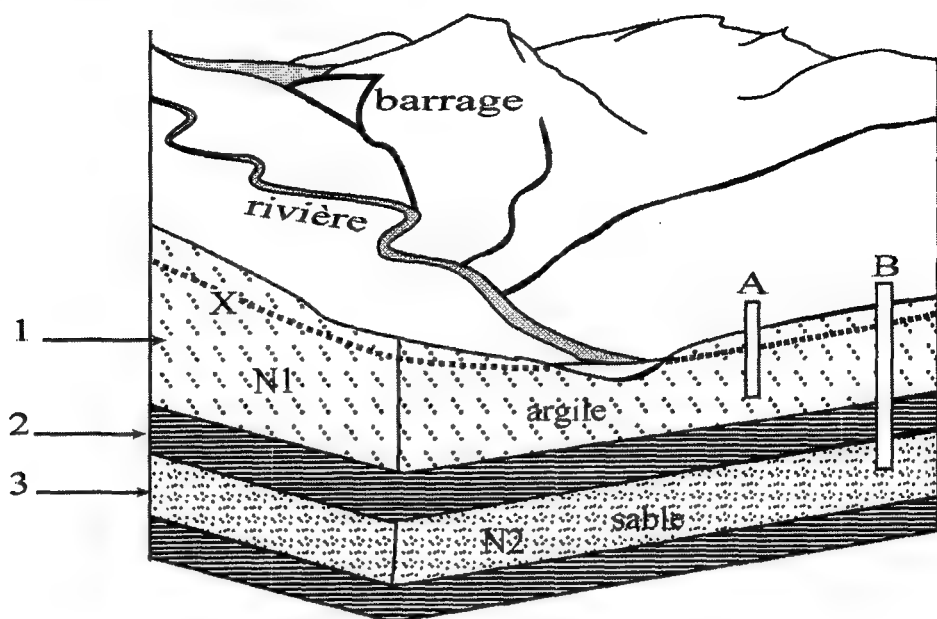
### EXERCICE 39

Expliquer comment la carte hydrologique (piézométrique) nous permet de :

- a- Déterminer la profondeur de la nappe par rapport à la surface de la terre.
- b- Localiser les sources.

## EXERCICE 40

I- Le document suivant montre une coupe géologique :



- 1) Annotez le document. Localisez les nappes sur la coupe (utilisez 2 couleurs différentes).
- 2) Déterminez la nature des nappes. Justifiez votre réponse.
- 3) a) Que représente X sur cette coupe?  
b) X est-il toujours à cet emplacement ? Justifiez votre réponse.
- 4) Quelle est la nature des puits A et B ? Dites pourquoi.
- 5) Y a-t-il une source dans cette structure ? Si oui la désigner.

## EXERCICE 41

Repérer les affirmations correctes :

**\* Le pompage excessif dans une nappe d'eau souterraines :**

- a/ n'a d'effets sur le niveau piézométrique qu'au voisinage immédiat des stations de pompage ;
- b/ peut conduire à une baisse généralisée du niveau piézométrique de la nappe ;
- c/ n'a aucune influence sur les exutoires naturels de la nappe (les sources par exemple).
- d/ a des conséquences qui peuvent être en partie corrigées par une alimentation artificielle de la nappe.

## EXERCICE 42

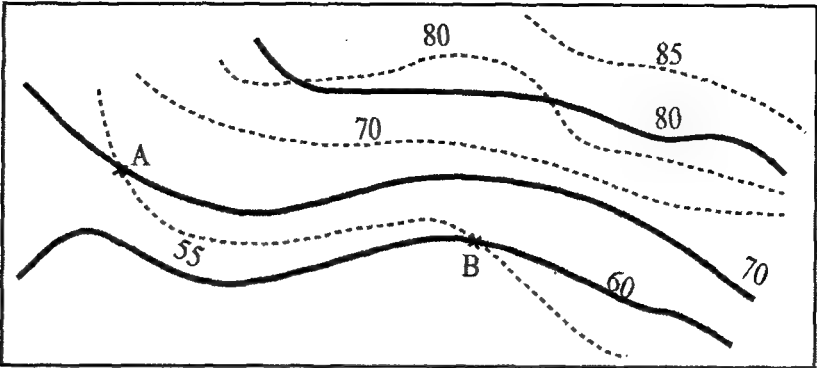
Quelles sont les conséquences d'un pompage excessif dans une nappe située au voisinage d'un cours d'eau, d'un lac ou de la mer ?

## EXERCICE 43

- 1- Comment on réalise des courbes izopièzes ?
- 2- La surface piézométrique est elle horizontale ? Comment le prouver expérimentalement ?  
Un schéma explicatif est attendu.

EXERCICE 44

Soit le document suivant :



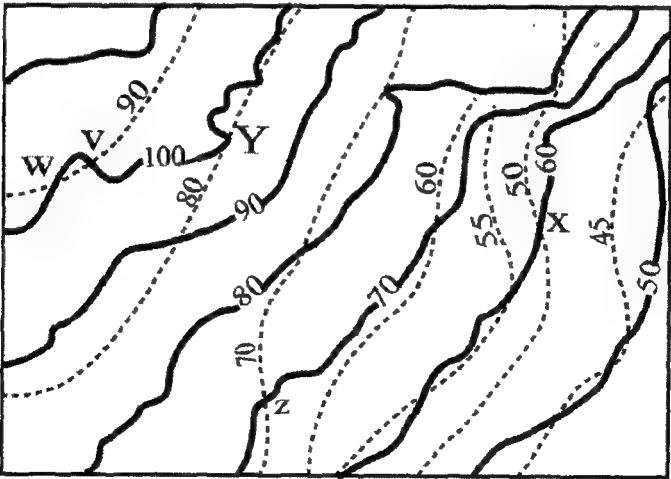
- 1) Que représente ce document?
- 2) Qu'appelle-t-on isopièze ?
- 3) Y a t il une source dans ce document? Localisez-la en justifiant votre réponse.
- 4) On peut creuser un puits en A ou en B. Quel point choisiriez-vous ? Justifiez votre réponse.
- 5) Indiquez sur la carte le sens de l'écoulement des eaux. Justifiez.

EXERCICE 45

Dans la nature, le niveau piézométrique d'une nappe aquifère libre varie en fonction de facteurs multiples. Expliquez.

EXERCICE 46

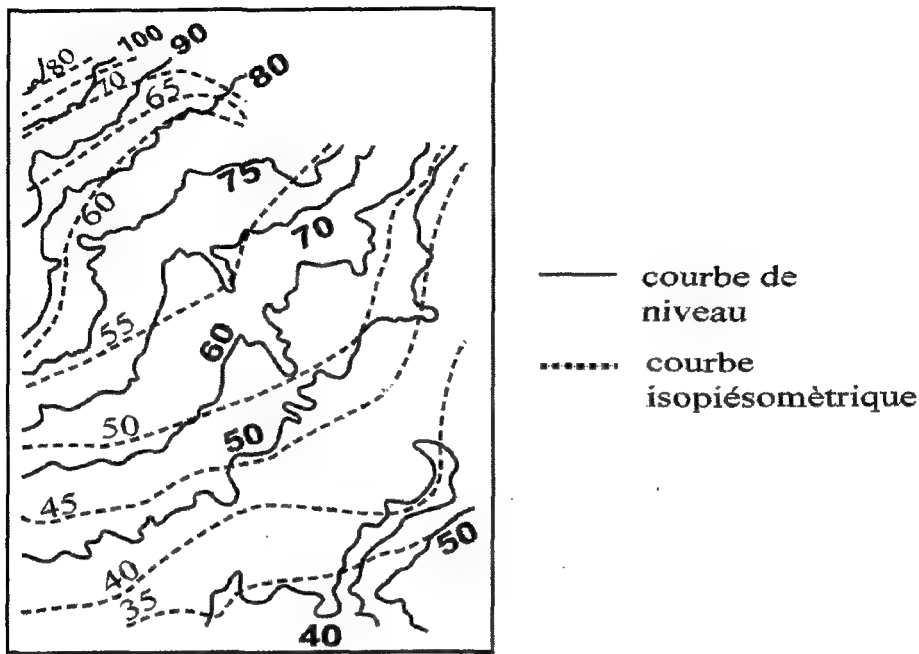
Le document suivant représente une carte hydrologique :



- 1) Que représentent les lignes discontinues?
- 2) Parmi les points X, Y, Z, V et W lequel indique l'affleurement d'une source ? Justifiez votre réponse.
- 3) On creuse 2 puits en Y et en V de 12m de profondeur chacun dans lequel des 2 puits on trouve l'eau ? Justifiez.

EXERCICE 47

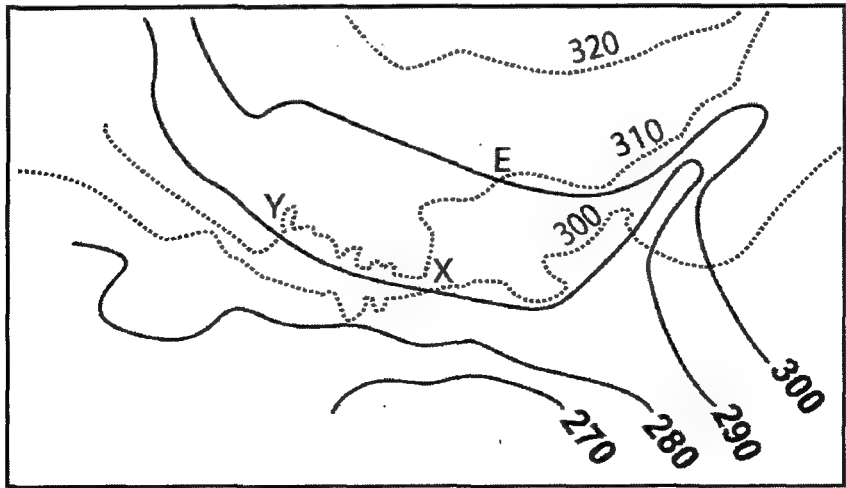
Voici un extrait de la carte hydro-géologique de la région de Kairouan.



- 1) Choisissez un point de la carte pouvant correspondre à l'emplacement d'une source et marquer le par la lettre « S »
- 2) Soient deux points X et Y que l'on a creusé dans cette région (X a une profondeur de 5m Y a une profondeur de 30m). Choisissez leur emplacement et représenter les sur la carte.
- 3) D'après ces courbes, tracez le sens de l'écoulement des eaux souterraines.

EXERCICE 48

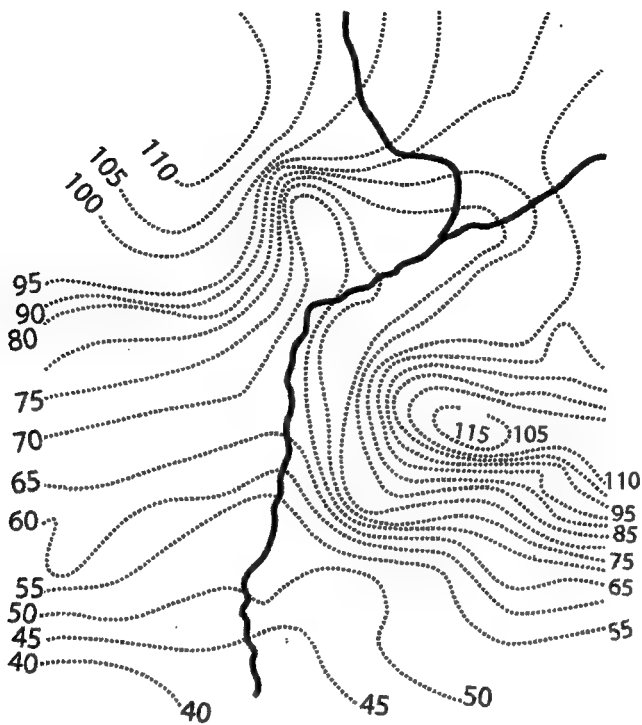
Le document suivant représente un extrait d'une carte piézométrique d'une région donnée :



- 1) Localisez sur la carte les sources. Justifiez.
- 2) Déterminez la profondeur de la nappe aux points X et Y. Justifiez votre réponse.
- 3) D'après ces courbes, tracez le sens de l'écoulement des eaux souterraines.

EXERCICE 49

La figure ci-dessous représente les courbes isopiézométriques d'une nappe libre

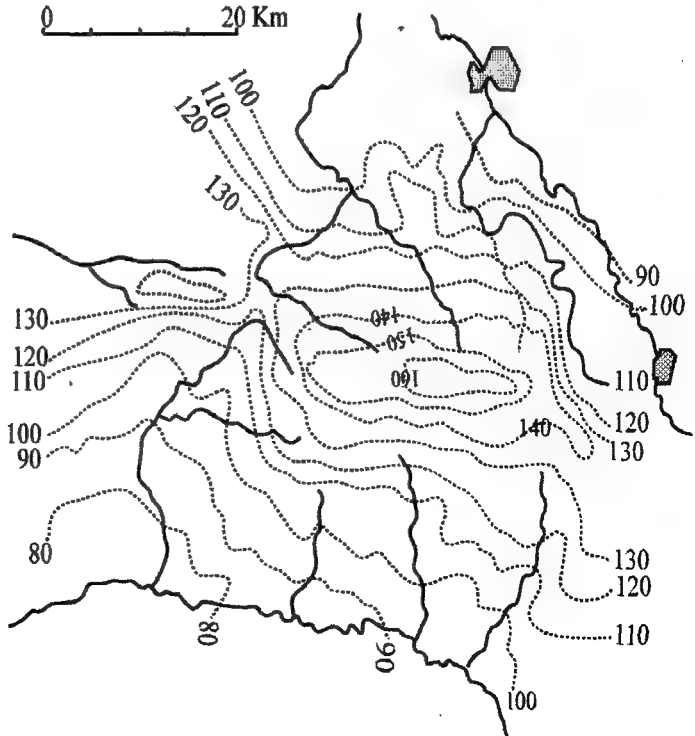


- 1) Indiquez le sens d'écoulement des eau souterraines dans les différentes zones de la carte en rouge.
- 2) Grâce à celui-ci, localisez une ligne de partage des eaux souterraines correspondant à une zone d'alimentation de la nappe en vert.

EXERCICE 50

Le document suivant représente un extrait d'une carte piézométrique d'une région donnée :

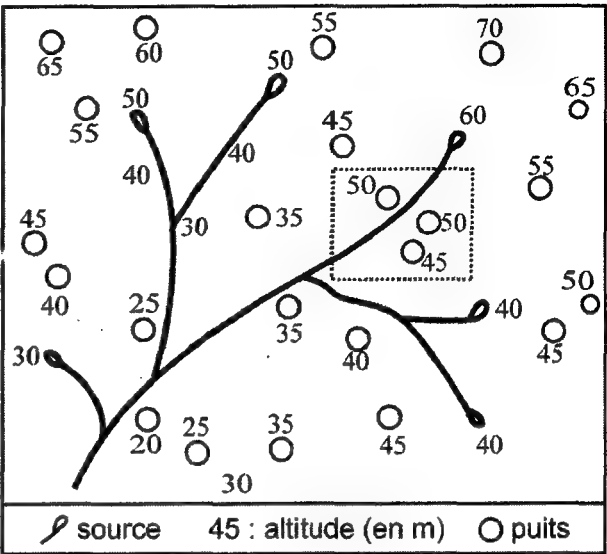
- 1° D'après ces courbes, indiquez le sens de l'écoulement des eaux souterraines.
- 2° Localisez une ligne de partage des eaux souterraines.



EXERCICE 51

La figure ci-contre représente l'amont d'un réseau hydrographique, issu de sources dont l'altitude est indiquée. Les autres points cotés correspondent à l'altitude du niveau piézométrique de la nappe souterraine, repérée en différents puits.

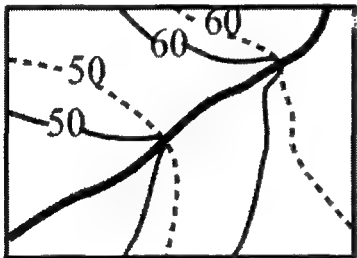
- 1° Tracez les courbes isopiézométriques.
- 2° Déduisez-en le sens d'écoulement des eaux souterraines, que vous indiquerez par des flèches sur la carte.
- 3° Précisez, pour la zone encadrée, les relations entre eau de surface et eaux souterraines.



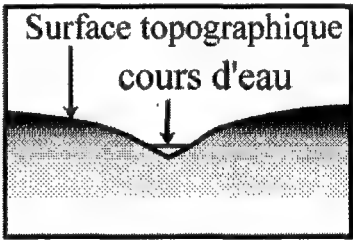
EXERCICE 52

Les figures a et b représentent deux zones différentes, montrant des relations entre un cours d'eau et une nappe souterraine. Chacune de ces figures correspond à un extrait de carte, portant indication des courbes isopiézométriques et des courbes de niveau topographiques.

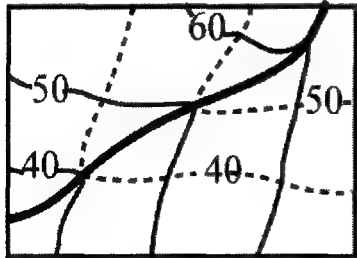
- 1) Compléter la coupe correspondant (fig. c, d) à chacun des extraits de carte (fig. a, b) en portant la position de la surface piézométrique.
- 2) Indiquez dans chacun des cas, les écoulements des eaux souterraines pour préciser le type de relations entre cours d'eau et nappe.



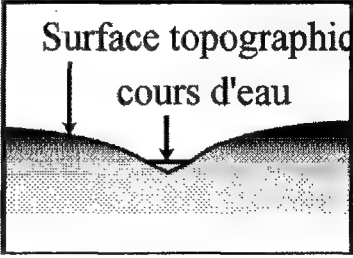
a



c



b



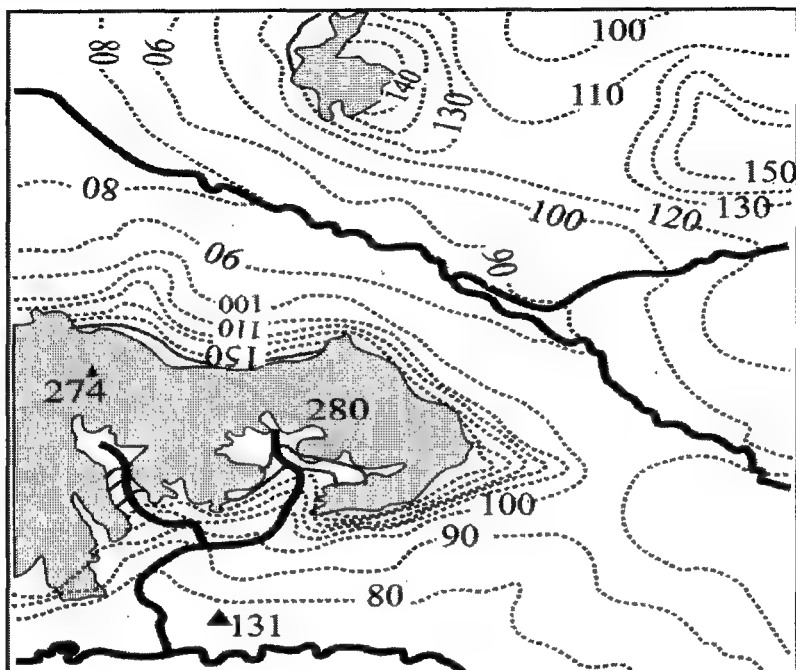
d

- courbes de niveau topographiques
- - - courbes isopièzes
- cours d'eau

## EXERCICE 53

La figure ci-dessous représente les courbes isopiézométriques d'une nappe libre.

- 1° Indiquez le sens d'écoulement des eaux souterraines dans les différentes zones de la carte.
- 2° Grâce à celui-ci, localiser et tracer sur la carte des lignes de partage des eaux.
- 3° Préciser les relations entre eaux souterraines et eaux de surface.

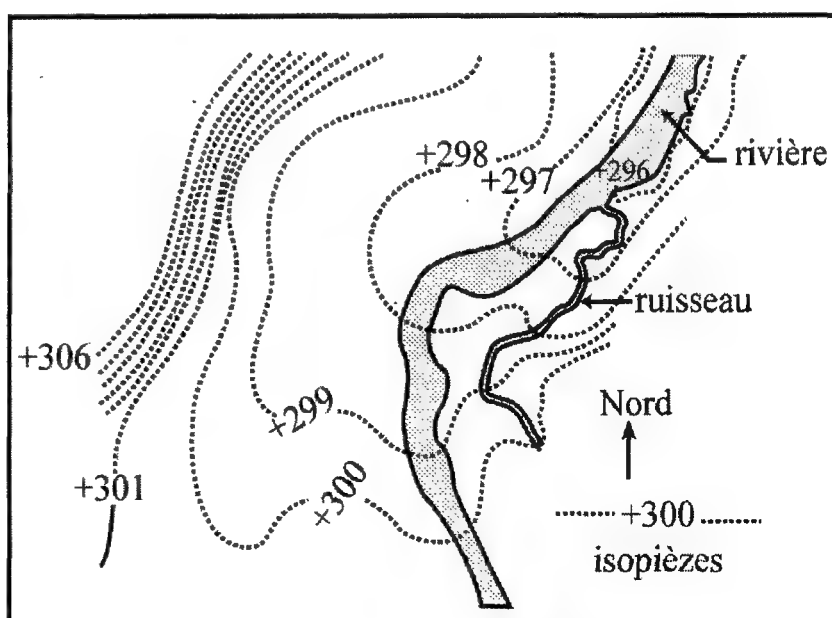


courbes isopièzes  
cours d'eau  
ligne de partage ddes eaux

## EXERCICE 54

La figure ci-après est une carte hydrogéologique simplifiée. Les courbes de la carte montrent le niveau piézométrique des eaux souterraines.

- 1) Comment appelle-t-on les courbes de niveau piézométrique?
- 2) Que représentent-elles ?
- 3) Comment procède-t-on pour les tracer ?
- 4) S'agit-il d'une nappe libre ou captive? Justifiez votre réponse.
- 5) Indiquer sur la carte le sens d'écoulement des eaux de la nappe. Justifier.



EXERCICE 55

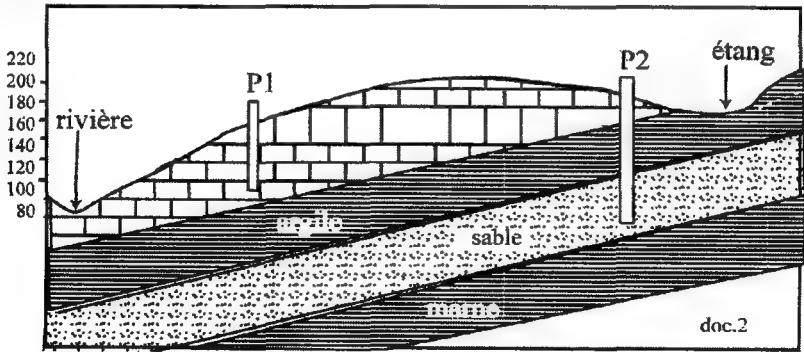
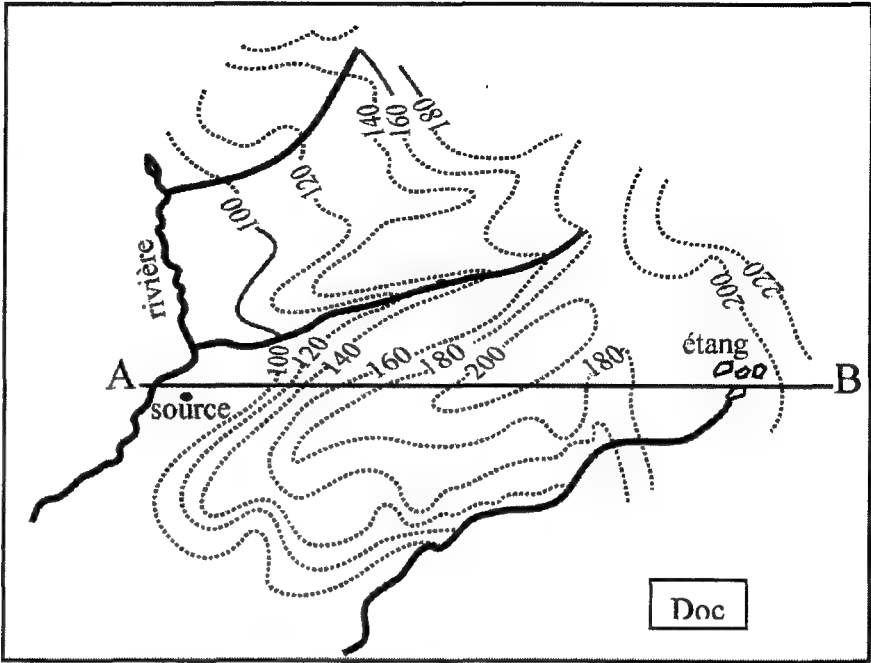
Soit l'extrait d'une carte piézométrique d'une région du globe (doc.1).

- 1) a- Quelle est l'altitude de la limite supérieure de la nappe.
- b- Quelle est l'altitude de la rivière ?
- c- Dans quelle direction s'écoule l'eau de la nappe supérieure?

2) Où sont localisées les sources ?  
Le profil géologique suivant est celui de la coupe AB, faite dans la même région.

- 3) Combien de nappes distinguez-vous ? Justifiez votre réponse.

- 4) Comment se fait l'alimentation de chacune de ces nappes ?
- 5) Reportez sur le document 2 les altitudes des isopièzes du document 1 et tracez le profil hydrogéologique AB.
- 6) Indiquez sur le profil hydrogéologique le sens de circulation des eaux de la nappe.
- 7) \* Les étangs situés en aval de la nappe sont parfois à sec. Pour quelles raisons ?  
\* Peut-il en être de même pour la source située au voisinage de la rivière ? Justifiez votre réponse.
- 8) On creuse 2 puits comme c'est indiqué sur le document 2. Quelle est la nature de chacun de ces points ? Justifiez votre réponse.



EXERCICE 56

Repérer les affirmations exactes dans chacune des séries suivantes :

- A- Nappe libre :
- a- est limitée à sa base par une couche perméable.
  - b- contient de l'eau sous pression
  - c- ne se renouvelle pas facilement.
  - d- peut être alimentée par une rivière.



**B- Une source :**

- a- est un point d'écoulement d'eau à la surface du sol.
- b- présente toujours une eau potable.
- c- a un débit régulier.
- d- correspond à l'intersection d'une courbe de niveau et d'une courbe isopièze de même côte.

**C- Un barrage est construit pour :**

- a- lutter contre l'érosion.
- b- protéger le couvert végétal
- c- mieux exploiter les eaux souterraines.
- d- réserver l'eau pour l'usage domestique et agricole.

**D- Un aquifère est :**

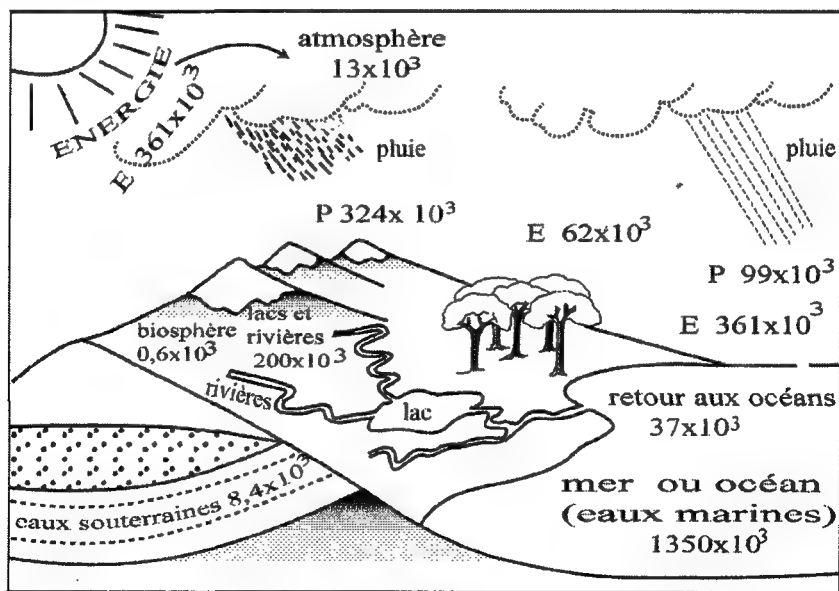
- a- un terrain compact imperméable.
- b- un terrain perméable, poreux ou fissuré.
- c- limité à sa base par un mûr.
- d- parfois prisonnier entre deux couches imperméables..

**EXERCICE 57**

Comment doit-on procéder pour gérer au mieux les ressources naturelles en eau ?

**EXERCICE 58**

La figure ci-dessous schématise le cycle de l'eau à l'échelle mondiale :



Les chiffres indiqués correspondent aux volumes d'eau mis en jeu dans le cycle sous ses trois formes : liquide, gazeuse (vapeur d'eau), et solide (glace). Ils sont donnés en kilomètre cube par an.

Les lettres indiquées correspondent aux mouvements des masses d'eau entre l'atmosphère et les autres réservoirs.

1) Indiquer sur le schéma par des flèches les mouvements des masses d'eau sous forme liquide et sous forme de vapeur.

- 2) Expliquer succinctement les mécanismes responsables des transferts d'eau entre atmosphère, hydrosphère et lithosphère puis compléter les lettres du schéma correspondant à ces mécanismes.
- 3) Indiquer l'origine de l'eau qui passe des continents à l'atmosphère.
- 4) Calculer la quantité d'eau totale de la planète et les pourcentages respectifs des océans, des continents et de l'atmosphère.
- 5) Comment appelle-t-on la perte d'eau qui se produit au niveau des zones couvertes de végétation et quels en sont les mécanismes ?

## EXERCICE 59

Comment est réalisé le cycle de l'eau dans la nature ?

## EXERCICE N° 60

Choisissez la (les) bonne(s) réponse(s) :

### A- nappe captive

- 1- Une nappe est captive lorsqu'elle est surmontée de roches imperméables.
- 2- Une nappe est captive lorsqu'elle est surmontée de l'eau exploitable.
- 3- En relief karstique, les nappes sont toujours captives.
- 4- Une nappe captive ne peut être contenue dans un aquifère.
- 5- Une nappe captive ne peut pas être exploitée pour l'alimentation en eau.
- 6- Dans une nappe captive, on peut parfois creuser des puits artésiens.

### B- nappe phréatique

- 1- La nappe phréatique est la plus superficielle des nappes souterraines.
- 2- La nappe phréatique n'est pas une nappe souterraine.
- 3- La nappe phréatique est souvent exploitée pour l'alimentation en eau.
- 4- La nappe phréatique est facilement polluable.
- 5- La nappe phréatique est toujours une nappe captive.
- 6- La nappe phréatique est toujours une nappe libre.

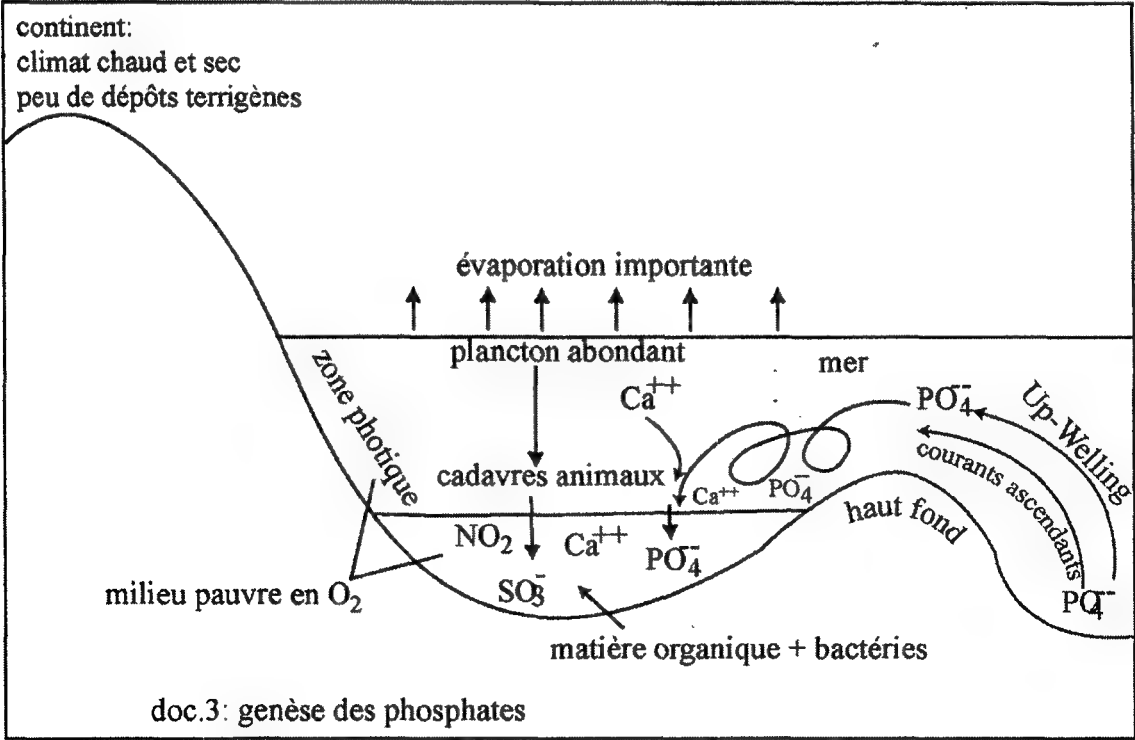
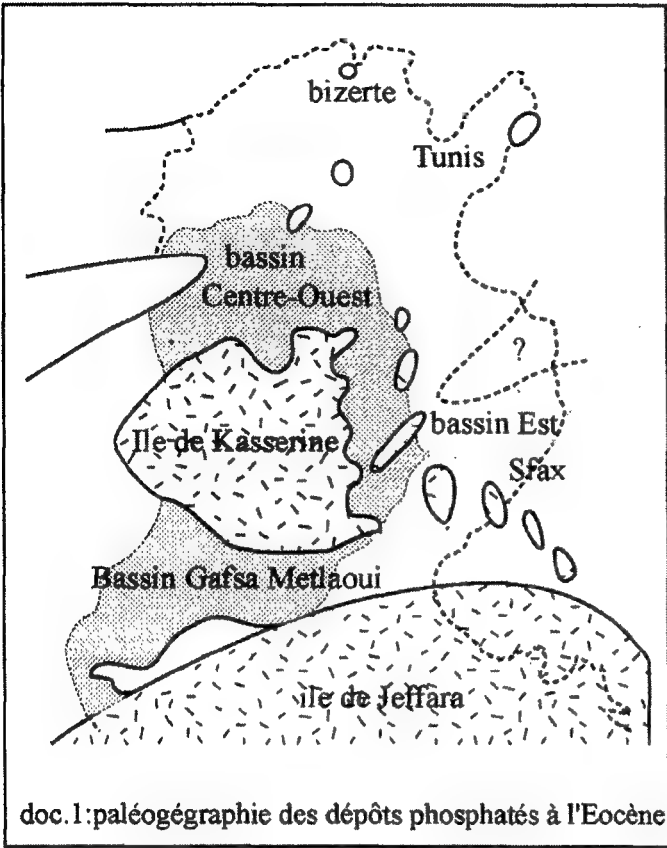
### C- alimentation des nappes

- 1- Une nappe peut être alimentée par les précipitations.
- 2- Une nappe peut être alimentée par un cours d'eau.
- 3- Une nappe ne peut être alimentée par une autre nappe.
- 4- Plus une nappe est profonde et plus elle met de temps à se recharger.
- 5- La vitesse d'alimentation d'une nappe ne dépend pas de la nature des roches qui la recouvrent.
- 6- Une averse suffit à recharger une nappe.

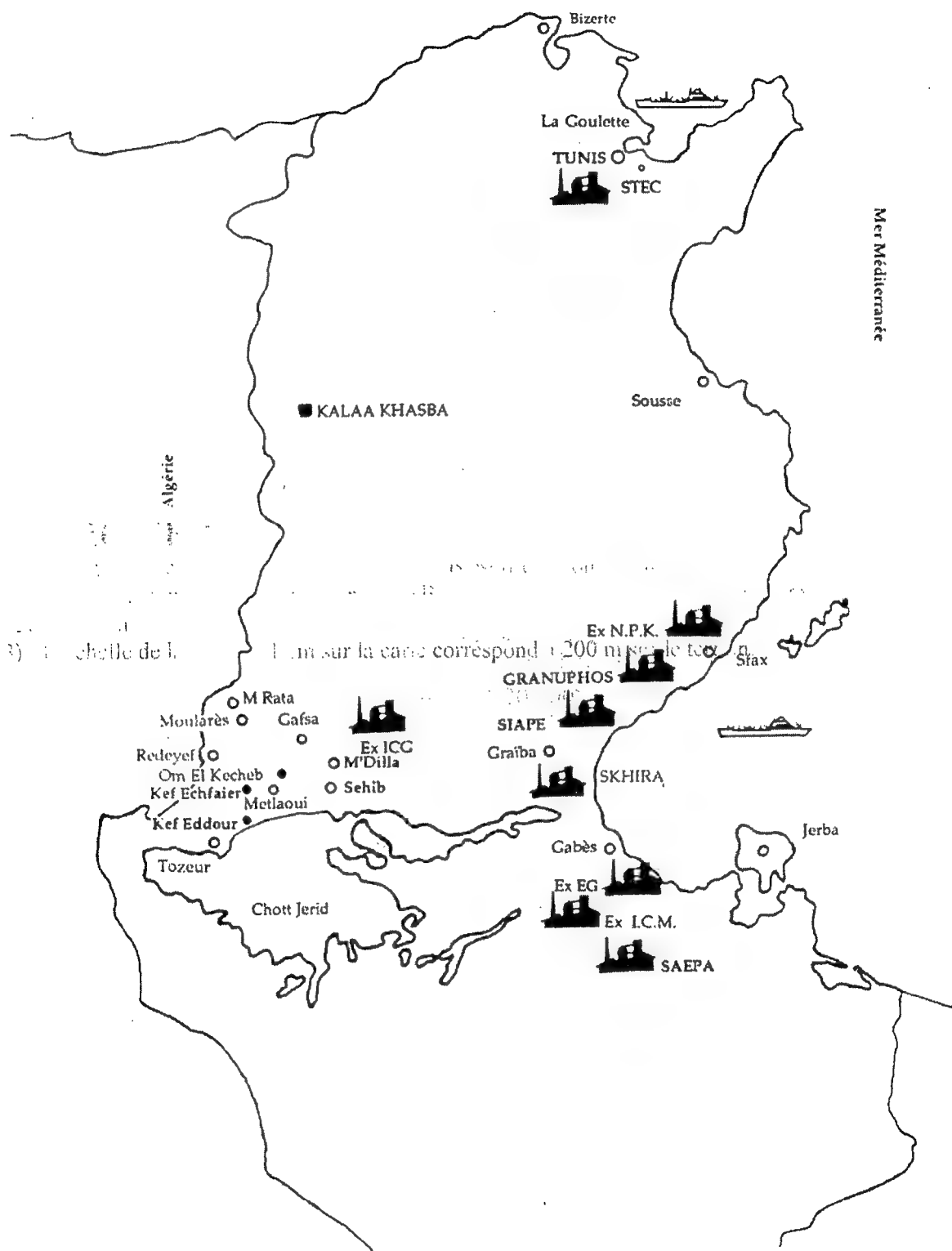
### D- évapotranspiration

- 1- C'est la perte d'eau par l'ensemble de la biosphère.
- 2- C'est l'évaporation de l'hydrosphère.
- 3- C'est la perte d'eau des zones couvertes de végétaux.
- 4- C'est la résultante de l'évaporation des sols et de la transpiration des végétaux.
- 5- C'est la perte d'eau due à la respiration des animaux.
- 6- Elle fournit une part importante de la vapeur d'eau atmosphérique.

# LES PHOSPHATES EN TUNISIE



# LES PHOSPHATES EN TUNISIE



## LES PHOSPHATES

### EXERCICE 1

Relevez parmi les expressions suivantes celles qui correspondent aux bonnes conditions favorisant la genèse du phosphate :

- 1- eau profonde.
- 2- bactéries anaérobies.
- 3- milieu pauvre en oxygène.
- 4- milieu bien aéré.
- 5- eau peu profonde.
- 6- bactéries aérobies.
- 7- matière organique abondante.
- 8- grand apport de sédiments détritiques.
- 9- grands apports de  $\text{HPO}_4^-$ .
- 10- ions  $\text{Ca}^{++}$ .

### EXERCICE 2

- 1) Quel est l'âge des phosphates tunisiens ?
- 2) Nommez les localités où on trouve des gisements de phosphate ?
- 3) Pourquoi les phosphates sont localisés seulement dans ces régions ?
- 4) Comment appelle t-on le minéral de la roche phosphatée ?
- 5) Est-ce que tous les gisements phosphatés sont exploitables ? pourquoi ?

### EXERCICE 3

Quelles sont les caractéristiques des bassins où se sont produits les dépôts phosphatés ?

### EXERCICE 4

- 1- On suppose que le phosphate a une origine organique.  
Quelle(s) preuve(s) plaide(nt) pour cette hypothèse ?
- 1- On suppose également que le phosphate a une origine chimique. Sur quoi on s'est basé pour proposer cette autre hypothèse ?

LE PETROLE

EXERCICE 1

Quelles conclusions tirez-vous des résultats des expériences du tableau ci-après?

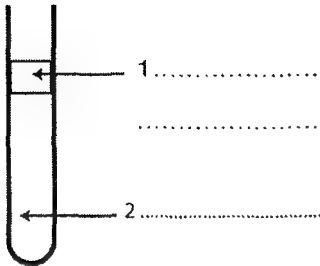
Voir les schémas de la page suivante.

Expériences	Résultats	Conclusions
1- on verse du pétrole dans de l'eau	Le pétrole surnage l'eau  Schéma A	
2- on bouche le tube à essai avec le doigt et on agite puis on laisse reposer	Le pétrole se répartit dans l'eau sous forme de gouttelettes. Au repos les gouttelettes remontent à la surface.  Schéma B et C	
3- versons du pétrole brute sur de papier puis rapprochons le papier d'une flamme	On obtient une tâche translucide qui disparaît progressivement en chauffant  Schéma D	
4- on plonge une allumette enflammée dans du pétrole brut	L'allumette s'éteint	
5- allumons du pétrole brut et écrasons la flamme avec une assiette	Il se produit une flamme éclairante et chaude + L'assiette se recouvre de fumée noire (carbone non brûlé et combustion incomplète)  Schémas E et F	
6- on observe un échantillon de pétrole brut au microscope	Présence de micro organismes (bactéries, micro-fossiles planctoniques).	

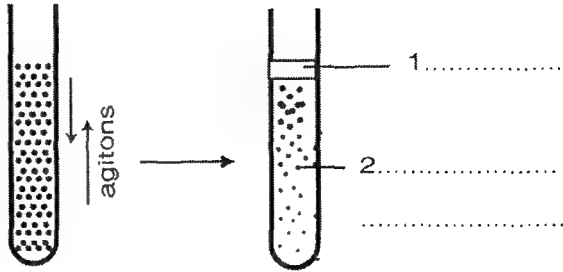
EXERCICE 2

Quelles sont les principales étapes de la genèse d'un gisement de pétrole ?

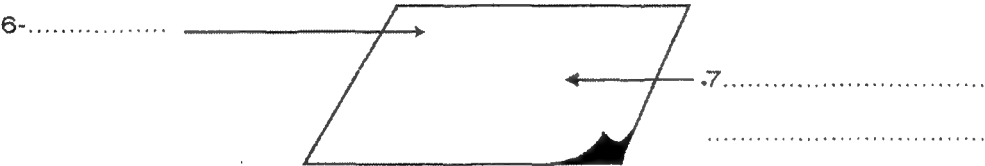
LE PETROLE



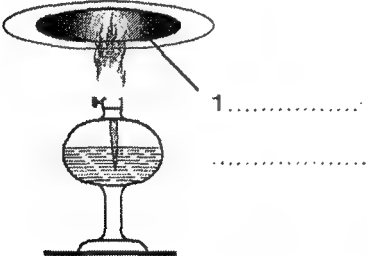
A.....  
.....  
.....



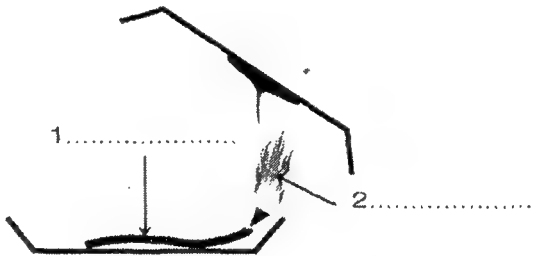
B..... C.....  
.....  
.....



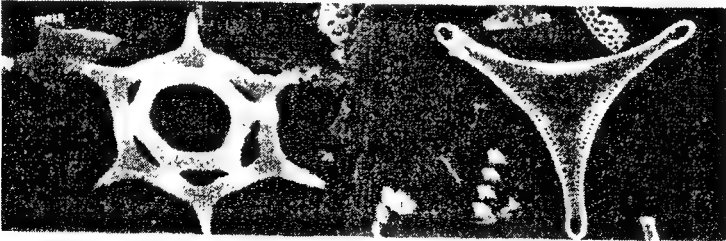
D.....



E.....



F.....



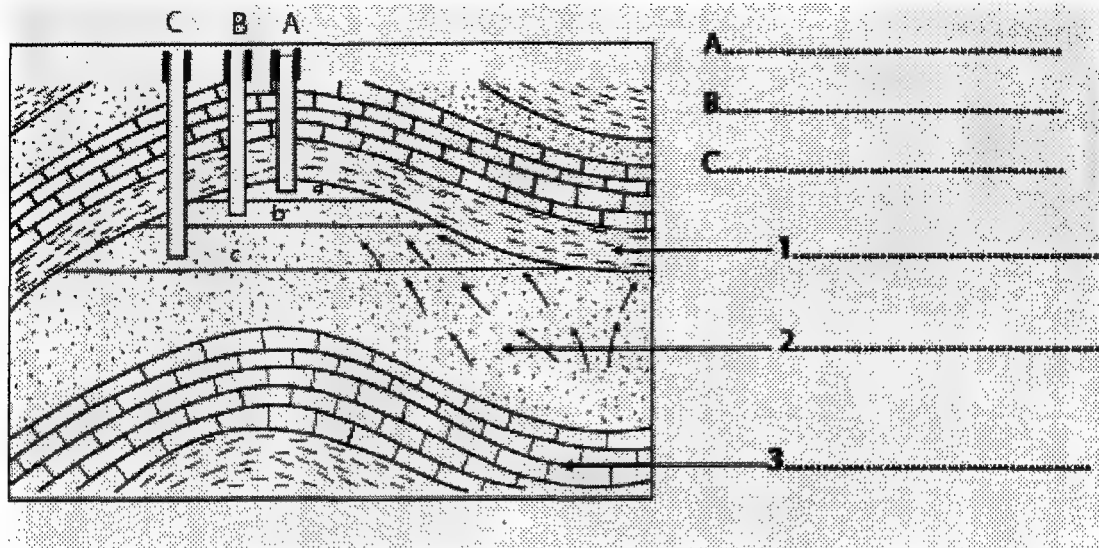
Microfossiles du pétrole brut





EXERCICE 3

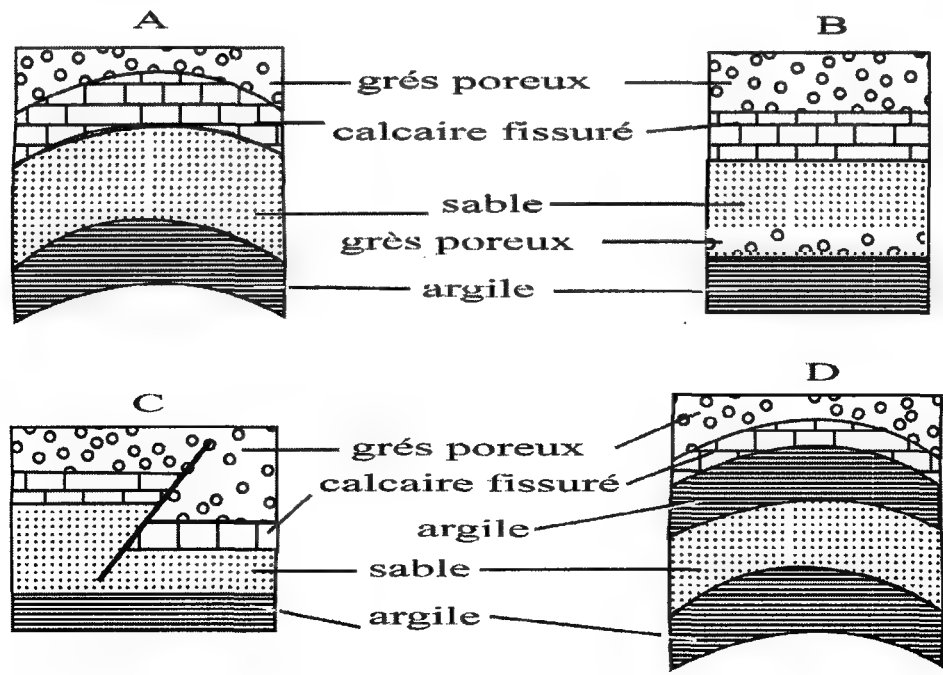
Le schéma suivant représente un « piège à pétrole »  
Complétez la légende du schéma.



- 1- Qu'obtient-on si on effectue un forage en A ? en B ? en C ? Justifiez votre réponse.
- 2- Quel type de piège est représenté par le schéma ? Justifiez votre réponse.
- 3- Nommez 2 autres types de « pièges à pétroles » sans les dessiner.
- 4- Quelle est la nature et quelle est l'importance de la couche 2 ? Justifiez votre réponse.
- 5- Quelle est la nature et quel est l'intérêt de la roche 1 ?
- 6- Sachant que le pétrole s'est formé dans la roche 3.
  - a- Quelle est la nature de cette roche ?
  - b- Comment expliquer la concentration des hydrocarbures en 2 plutôt qu'en 3 ?

EXERCICE 4

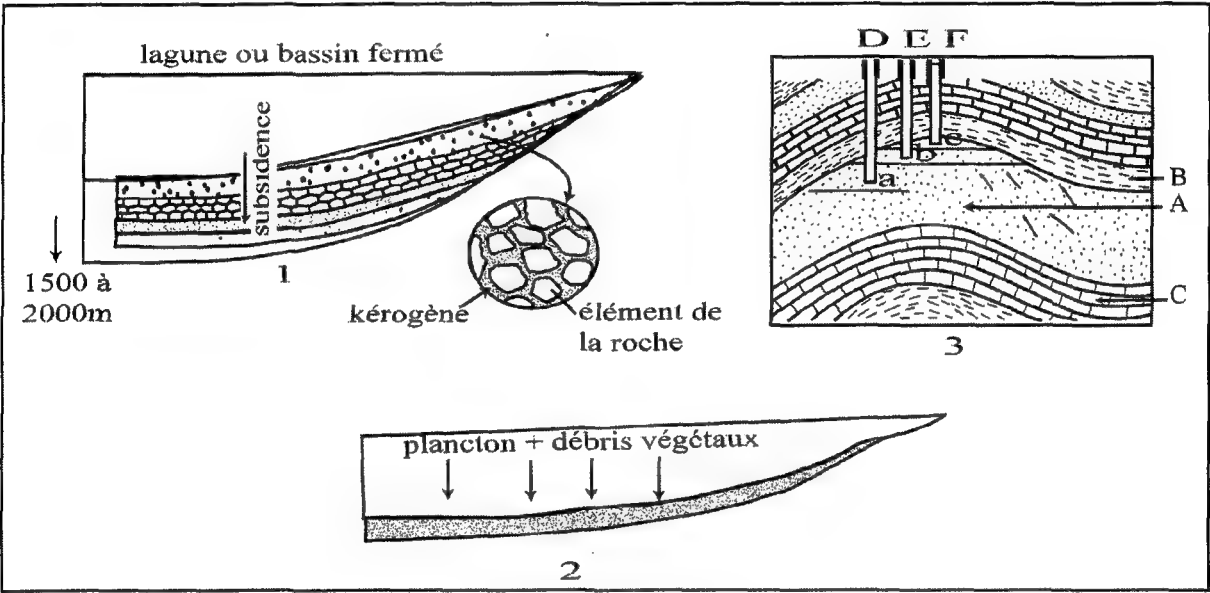
Soit les structures géologiques suivantes :



- 1° a) Laquelle (lesquelles) de ces structures est (sont) susceptible(s) de contenir un gisement de pétrole ? Justifiez votre réponse.  
b) Qu'en-t-il des autres structures ? Expliquez.
- 2° Complétez le(s) schéma(s) que vous aurez choisi(s), en précisant l'endroit où les hydrocarbures peuvent s'accumuler.

EXERCICE 5

Les schémas suivants, présentés dans le désordre indiquent les étapes de la formation d'hydrocarbures dans le sous-sol.



- 1- Complétez la légende des schémas.  
2- Donnez l'ordre exact des étapes en expliquant chacune d'elles.

EXERCICE 6

Dans un bassin sédimentaire, on observe une épaisseur de 5000 m de sédiments, déposés en 30 millions d'années dans des mers peu profondes. Des forages montrent la présence d'hydrocarbures localisés à partir de 3000 m de profondeur.

- 1- Calculez la vitesse d'enfouissement des sédiments dans ce bassin.  
2- a- Le gradient géothermique étant de l'ordre de 30°C par km, évaluez la température nécessaire à l'apparition des hydrocarbures.  
b- cette valeur est elle conforme à vos connaissances ?

EXERCICE 7

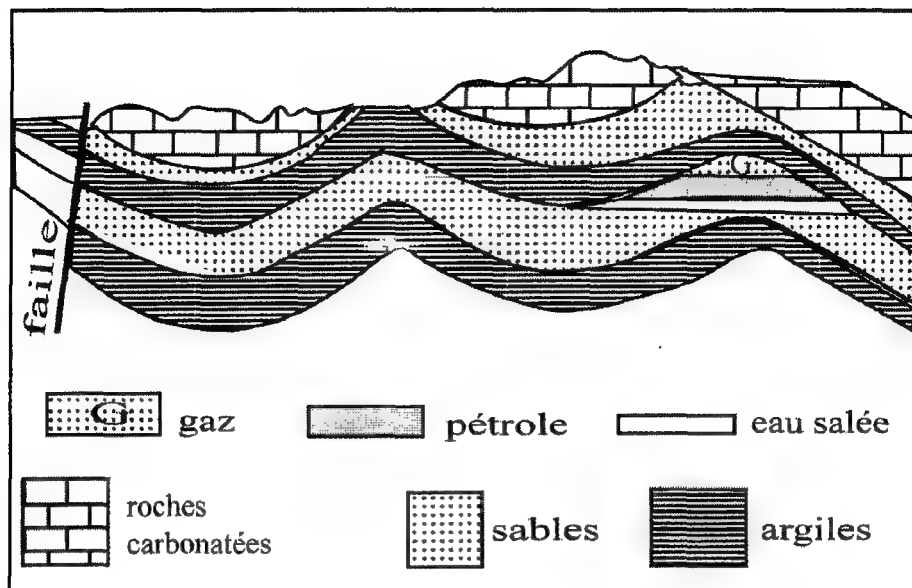
Quels sont les différents facteurs responsables de la montée du pétrole lors d'un forage ?

EXERCICE 8

La température du pétrole, mesurée de 1 900 m de profondeur, est de 96°. En admettant que la température augmente régulièrement avec la profondeur, calculez, en partant d'une température de surface de 10°, la distance verticale qui sépare 2 points dont la température diffère de 1°. Vous avez calculé le degré géothermique du lieu.

## EXERCICE 9

Cette coupe montre des structures géologiques au sein desquelles a été localisé un gisement de pétrole.



- En utilisant vos connaissances et les informations apportées par la coupe, rappelez les conditions nécessaires à la constitution d'un gisement exploitable.
- Quelles(s) zone(s) de cette coupe serai(en)t également susceptible(s) de renfermer du pétrole ?

## EXERCICE 10

Il est démontré que les hydrocarbures ne sont pas contenus dans les roches-mères, mais plutôt dans des roches-magasins. Comment expliquez ce phénomène ?

## EXERCICE 11

Quelle est l'origine probable du pétrole ? Justifiez votre réponse.

## EXERCICE 12

Pourquoi dit-on que le pétrole brut est d'origine organique ? Argumentez votre réponse.

## EXERCICE 13

Nommez quelques produits dérivés de pétrole brut en indiquant leur intérêt.

## EXERCICE 14

Le pétrole brut est un produit d'une importance économique fondamentale. Ses dérivés sont multiples et fort recherchés.

- Par quel procédé obtient-on les dérivés du pétrole ?
- Citez quelques uns de ces dérivés et leur intérêt.

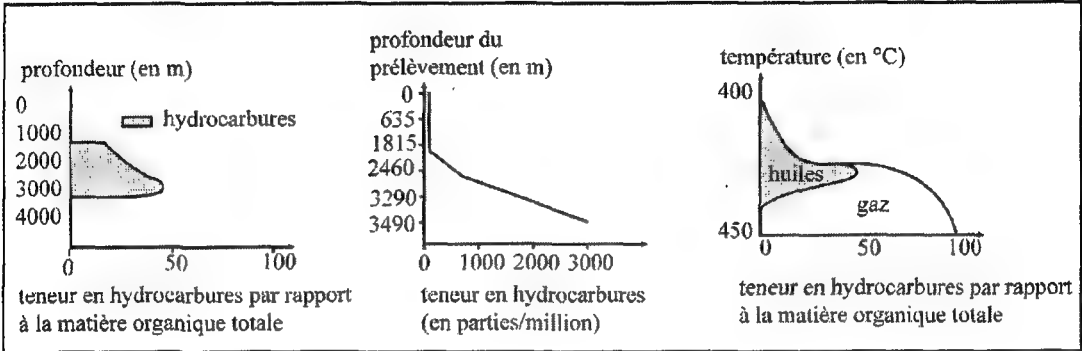
## EXERCICE 15

Qu'appelle-t-on hydrocarbures ?

EXERCICE 16

Des études sur la transformation de la matière organique en pétrole ont été effectuées aussi bien sur le terrain qu’au laboratoire.

Les courbes 1 et 2 sont les résultats d’études faites sur le terrain, le graphe 3 résulte d’une étude faite au laboratoire.



- 1- a) A quelle profondeur il y a une production maximale d’hydrocarbures ?  
b) Quelle est la température à cette profondeur, sachant que le gradient géothermique est de 30°C/1000 m ?
- 2- Comment évolue la production d’hydrocarbures en fonction de la profondeur ?
- 3- Comment évolue la production d’hydrocarbures au laboratoire et dans la nature en fonction de la température ?

EXERCICE 17

Peut-on retirer la totalité du pétrole à partir d’un gisement ?

EXERCICE 18

- 1- Citez les principales conditions nécessaires à la formation des hydrocarbures.
- 2- Quels sont les caractères communs des hydrocarbures ?

EXERCICE 19

- 1- Faites des schémas légendés de 2 pièges structuraux à pétrole.
- 2- Attribuer à chacune de ces structures le nom qui convient.
- 3- Dans quel type de piège, des suintements en surface peuvent-ils servir d’indices ?

EXERCICE 20

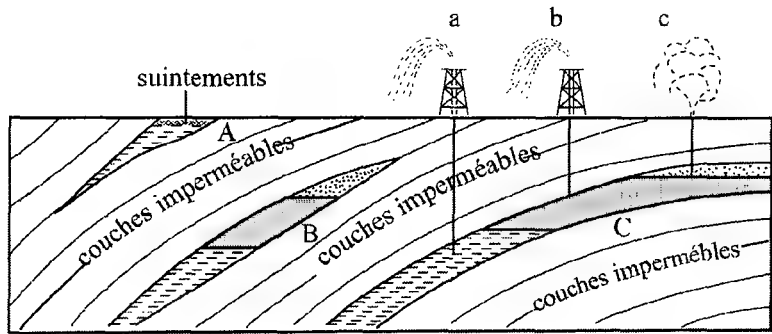
Complétez le texte à l’aide des expressions et mots proposés.

Migration - lagunes - densité - matière organique - l’enfouissement - sédiments fins - roches-magasins - anaérobies - Température - roches poreuses.

Les pétroles se forment à partir de la ..... contenue dans les ..... et qui s’accumule dans des milieux..... comme certaines ..... La transformation en pétroles s’effectue au cours de ..... , lorsque la ..... augmente. Après leur formation, les pétroles peuvent subir une ..... du fait de leur faible ..... Ils vont alors s’accumuler dans des .....

EXERCICE 21

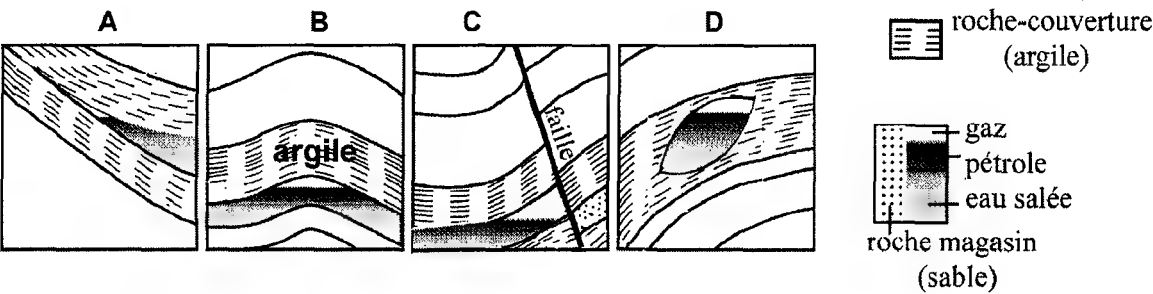
Grâce aux multiples forages effectués dans une région du globe, on a pu dresser la coupe géologique suivante et déterminer les pièges pétrolifères qu'elle contient.



- 1- Qu'elle est l'importance des suintements observés?
- 2- Qu'obtient-on en a ? en b ? en c ? Expliquez.
- 3- Comment appelle-t-on chacun des « pièges à pétrole » de la coupe ?

EXERCICE 22

Les schémas suivants, représentent différents « pièges » à pétrole.

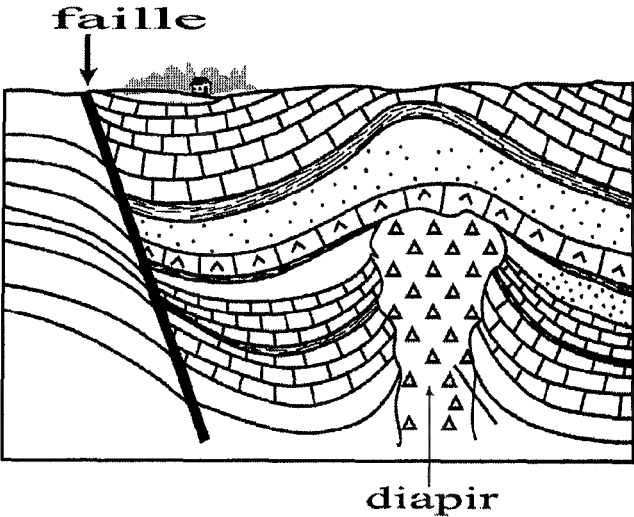


- 1- Donnez un titre à chacun de ces pièges.
- 2- Recherchez les caractères communs à ces différents pièges.
- 3- Du gaz naturel est fréquemment associé au pétrole. Expliquez sa situation.

EXERCICE 23

La structure géologique suivante peut renfermer différents types de « pièges à pétrole ».

- 1- Localiser ces pièges sur le schéma, en les dessinant puis en les numérotant. L'utilisation de couleurs est souhaitée.
- 2- Précisez le type de chacune des structures pièges dessinées.
- 3- Quelles sont les conditions nécessaires à la formation de ces « pièges à pétrole » ?



# LES ECOSYSTEMES

## EXERCICE 1

- 1) Qu'appelle-t-on écosystème ?
- 2) Qu'appelle-t-on biotope ?
- 3) Qu'appelle-t-on biocénose ?
- 4) Qu'appelle-t-on population ?
- 5) Qu'appelle-t-on peuplement ?

## EXERCICE 2

- 1- Qu'appelle-t-on écosystème ?
- 2- Quelles sont ses composantes ?

## EXERCICE 3

Associez les mots à leurs définitions :

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| a) – Biotique                   | 1) l'ensemble des animaux                                    |
| b) – Un écosystème              | 2) l'ensemble milieu + êtres vivants                         |
| c) – Un peuplement              | 3) étudie les relations des êtres vivants avec leur milieu.  |
| d) – La biosphère               | 4) tout ce qui est vivant                                    |
| e) – Abiotique                  | 5) ensemble des populations d'une biocénose                  |
| f) – La faune                   | 6) la planète terre  |
| g) – Le quotient pluviométrique | 7) tout ce qui est non vivant                                |
| h) – L'écologie                 | 8) permet de situer une région dans son étage bioclimatique. |

## EXERCICE 4

- 1- Comment s'organise une biocénose ? (sans donner de définitions)
- 2- Citer des exemples d'interactions qui ont lieu entre des individus d'une Biocénose au sein d'un écosystème.
- 3- La taille de l'écosystème change. Comment appellera-t-on un petit, un grand et un très grand écosystème ? Donner un exemple de chaque.
- 4- Résumer les relations que noue l'être vivant avec son environnement dans un écosystème donné ?

## EXERCICE 5

Vrai ou faux ? Corriger les phrases inexactes :

- 1- L'ensemble des animaux et l'ensemble des végétaux constituent le biotope de l'écosystème.
- 2- Les facteurs climatiques constituent le biotope de l'écosystème.
- 3- Les facteurs édaphiques constituent la biocénose d'un écosystème.

- 4- Le biotope conditionne la biocénose d'un écosystème et réciproquement.
- 5- La biocénose et le biotope sont deux éléments séparés de l'écosystème.
- 6- La température est l'un des facteurs climatiques qui permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région.
- 7- L'eucalyptus et l'escargot constituent le peuplement animal d'un écosystème.

## EXERCICE 6

On rencontre les cloportes et les vers de terre souvent dans les zones humides et peu lumineuses :

- a- S'agit-il d'un écosystème ? Précisez et justifiez.
- b- Quelles sont ses composantes ?

## EXERCICE 7

Une ou plusieurs réponses sont possibles.

### 1- Un écosystème

- a- peut ne pas comporter d'êtres vivants ;
- b- est constitué de l'association d'un biotope et d'une biocénose ; /
- c- est caractérisé par un ensemble de paramètres physico-chimiques et biologiques ; /
- d- ne reçoit ni matière ni énergie de l'extérieur ;
- e- est un ensemble d'êtres vivants.

### 2- Les producteurs primaires d'un écosystème

- a- sont les seuls êtres vivants à synthétiser des molécules organiques ;
- b- sont toujours des hétérotrophes ;
- c- sont toujours des autotrophes ;
- d- peuvent être absents d'un écosystème ;
- e- sont principalement des organismes chlorophylliens.

## EXERCICE 8

Comment peut-on représenter les relations trophiques dans un écosystème ?

## EXERCICE 9

Le parc national de l'Ichkeul est situé dans la plaine de Mateur ayant une superficie de 13.600 ha. Il constitue l'un des principaux sites d'hivernage des oiseaux de toute la région méditerranéenne. Ces Oiseaux y recherchent une température clémente, une nourriture abondante et une protection naturelle. Dans le lac on trouve une riche végétation aquatique ; en hiver, les eaux douces et tièdes qui se déversent dans le lac, inondent les marais, sur la montagne (1.363 ha). Le parc abrite des oléastres, des lentisques, plusieurs mammifères tel que le buffle, le renard... des lézards ocellés et plusieurs espèces de rapaces.

- 1- Identifier les différents composants du biotope et de la biocénose de ce parc.
- 2- Que forment ces deux ensembles ? Justifiez votre réponse.

## EXERCICE 10

A la base de Boukornine on rencontre les plantes suivantes : le Thym, le Brachyopode, le Pin d'Alep et le Cyclamen.

- 1- s'agit-il d'une population, d'un peuplement ou d'une association végétale ?
- 2- justifiez votre réponse en donnant la définition exacte du terme choisi.

## EXERCICE 11

La crevette d'eau douce « *Atyaephyra* » vit dans les eaux fluviales de la Tunisie du nord et précisément à « oued Medjerda » où elle trouve ses exigences qui sont :

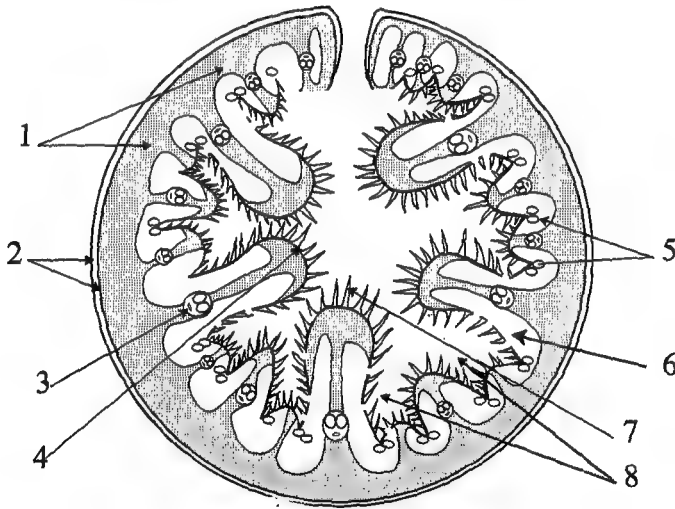
- \* des eaux bien ensoleillées, peu profondes dont la salinité est située entre 1,2 g/l et 2 g/l.
- \* une température qui varie entre 18,5 °C et 20,5 °C.
- \* une nourriture formée de deux types d'algues : A1 et A2.

Notons que cet écosystème n'est pas perturbé par l'homme.

- 1- D'après sa nature et sa taille, précisez de quel type est cet écosystème ?
- 2- A partir du texte précédent, faites correspondre à chacun des termes écologiques proposés les éléments qui conviennent de l'écosystème cité :
  - a- Peuplement végétal.
  - b- Biotope.
  - c- Biocénose.
  - d- Facteurs climatiques.
  - e- Facteurs physico-chimiques ;

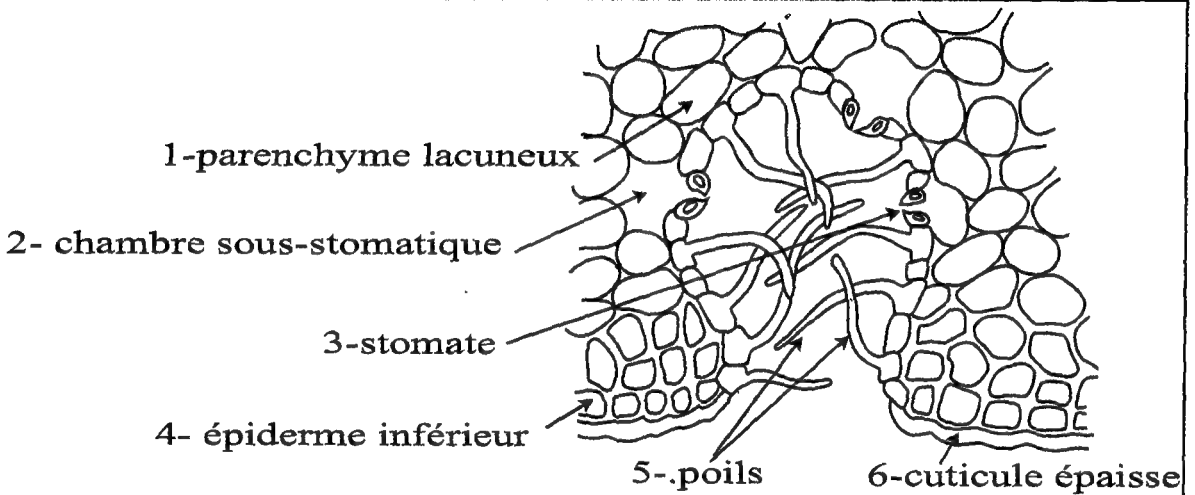


# ADAPTATION VEGETALE



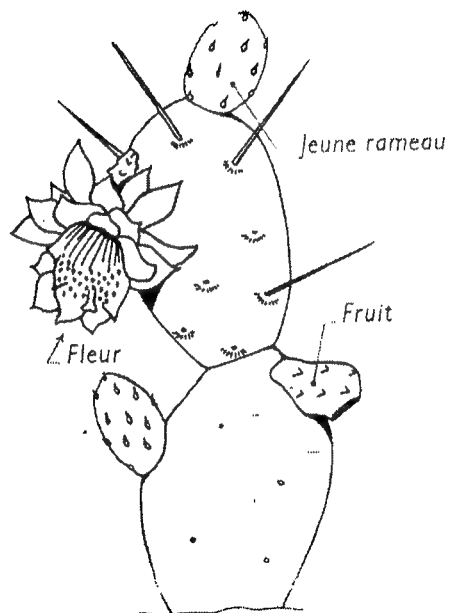
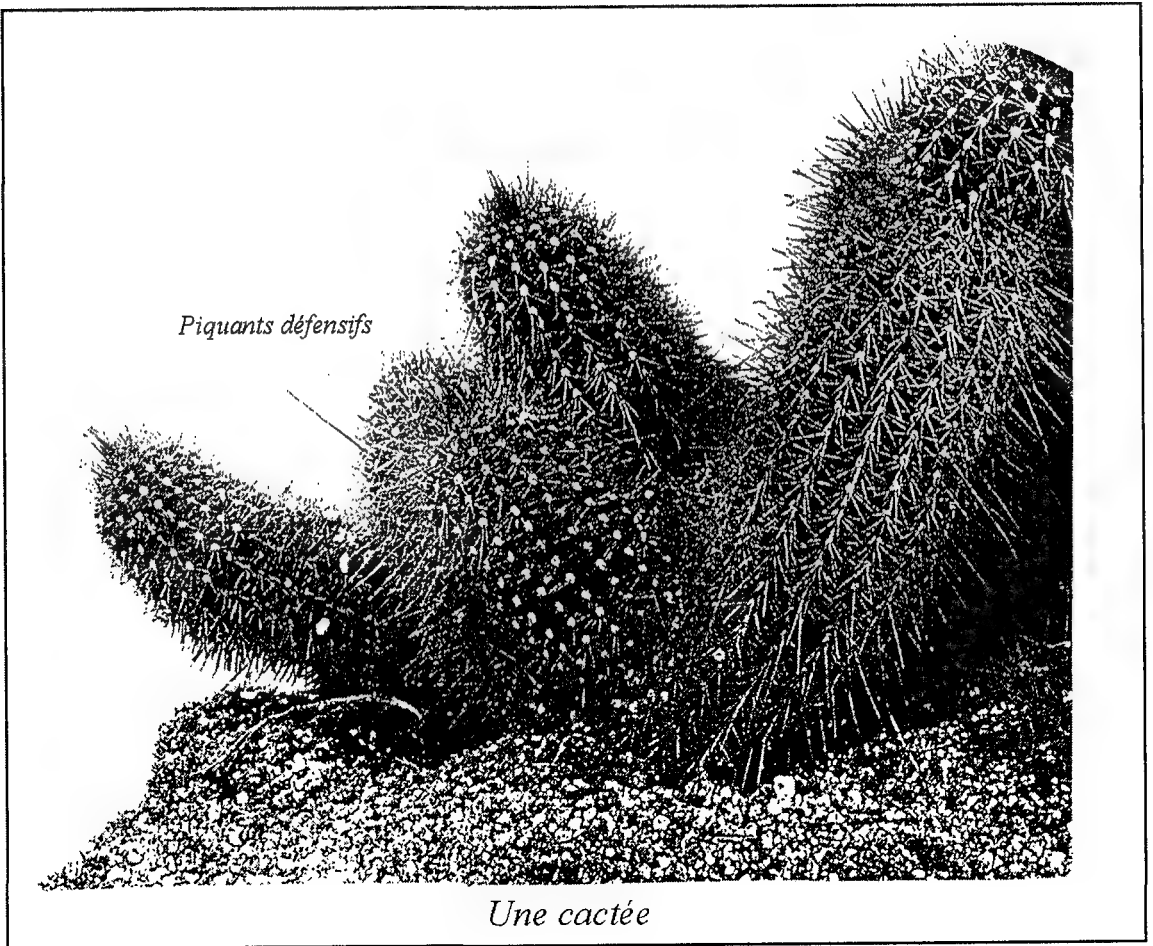
Doc.1: Etat d'une feuille d'Oyat en période sèche (détails):

- |  |  |
|--|--|
| 1- sclérenchyme                          | 5- stomates au fond de cryptes pilifères |
| 2- épiderme externe + cuticule           | 6- parenchyme chlorophyllien             |
| 3- vaisseaux conducteurs (bois et liber) | 7- poils                                 |
| 4- épiderme interne sans cuticule        | 8- cryptes stomatifères                  |



Doc.2: un crypte agrandi avec ses poils

# ADAPTATION VEGETALE



*Le cactus, une plante grasse, xérophyte*

# QUELQUES ADAPTATIONS

## EXERCICE 1

Le principal problème des animaux vivant dans les régions arides ou dans le Désert consiste à se procurer l’eau pour éviter sa perte afin de survivre.

Chaque espèce animale essaye de trouver la solution pour économiser la moindre quantité d’eau et par conséquent s’adapter aux conditions rigoureuses.

Evoquez quelques exemples d’adaptations comportementales, d’espèces animales variées, vertébrés et invertébrés.

## EXERCICE 2

Evoquez quelques exemples d’adaptations morphologiques d’espèces animales variées, vertébrés et invertébrés.

## EXERCICE 3

Evoquez quelques exemples d’adaptations physiologiques d’espèces animales variées, vertébrés et invertébrés.

## EXERCICE 4

Il a été prouvé que le Dromadaire résiste beaucoup à la déshydratation et peut rester sans eau jusqu’à 17 jours en été, exposé au soleil et au vent (un homme ne peut pas vivre plus de 3 jours sans eau). Cependant on a remarqué qu’au bout de 8 jours le Dromadaire pesant 450 kg perd 100 kg (- de 30%).

- 1- Quelles sont les sources d’eau pour le Dromadaire ?
- 2- Quelles sont les différentes adaptations qui lui permettent de rester en vie sans boire pendant plusieurs jours.

## EXERCICE 5

Les animaux des régions arides sont adaptés au manque d’eau par plusieurs moyens : corps recouvert d’une toison, bosse pleine de graisse, grand estomac etc..

Pour déterminer le rôle de la toison, on a évalué les pertes d’eau chez 2 chameaux privés d’eau en été.

Espèces animales	Quantités d’eau perdue par rapport au poids corporel
Chameau avec toison	5 %
Chameau sans toison (rasé)	18 %

- 1) En comparant les pertes d’eau chez les animaux, dégagez le rôle de la toison chez le Chameau.
- 2) Indiquez les caractères d’adaptations physiologiques permettant au Dromadaire de réduire les pertes d’eau.
- 3) Expliquez le moyen par lequel le Dromadaire compense les pertes d’eau.

## EXERCICE 6

Les plantes xérophytes ont toujours des racines adaptées au milieu aride. Expliquez, en donnant quelques exemples de votre choix.

## EXERCICE 7

Les plantes xérophytes ont toujours un appareil aérien adapté à l'aridité du milieu où elles vivent. Donnez quelques exemples d'adaptation, en citant pour chaque cas des exemples de votre choix.

## EXERCICE 8

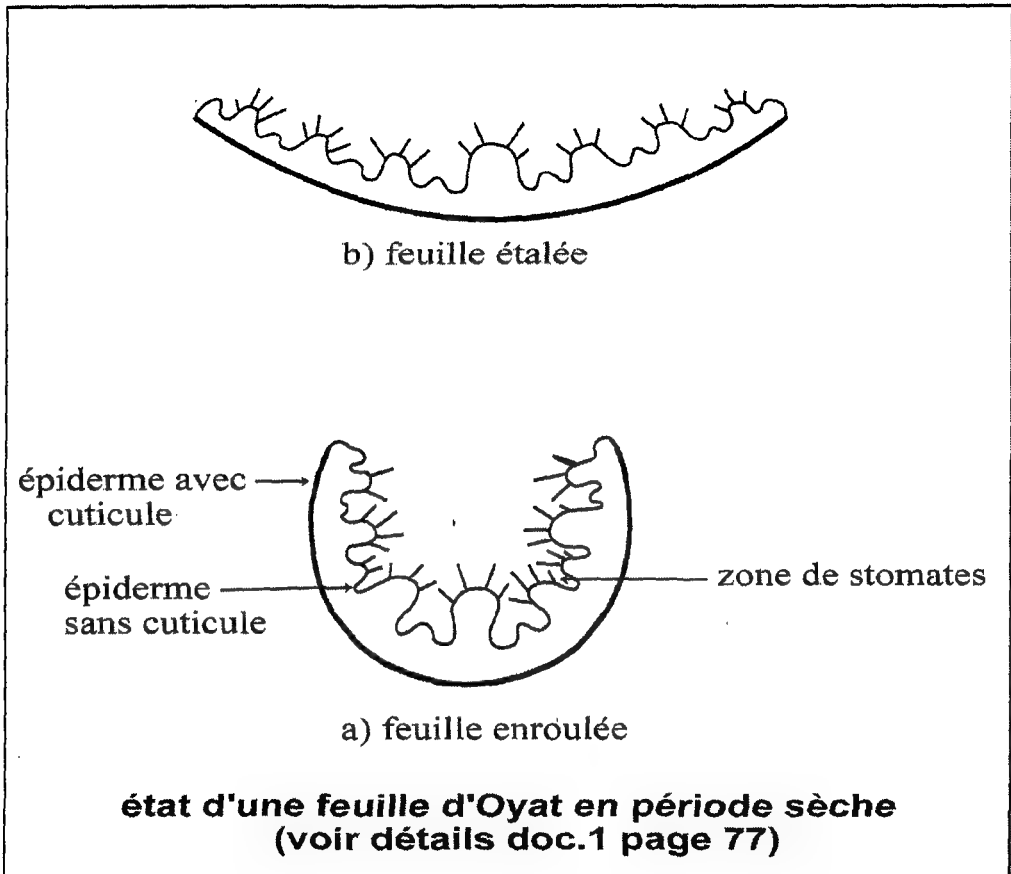
L'oyat est une plante utilisée pour fixer les dunes : il s'agit d'une graminée aux feuilles étroites (quelques millimètres de large) et allongées (20 à 30 cm de long).

Lorsque l'air est sec et chaud, la feuille se replie jusqu'à prendre l'aspect d'un cylindre (doc.1). Lorsque l'air est humide la feuille s'étale largement (doc.2).

NB : les documents 1 et 2 représentent respectivement la feuille étalée et la même feuille enroulée.

1- Où et comment se fait la perte d'eau au niveau des feuilles de l'Oyat ?

2- Pouvez-vous expliquer en quoi ce mécanisme présente un intérêt pour l'Oyat ?

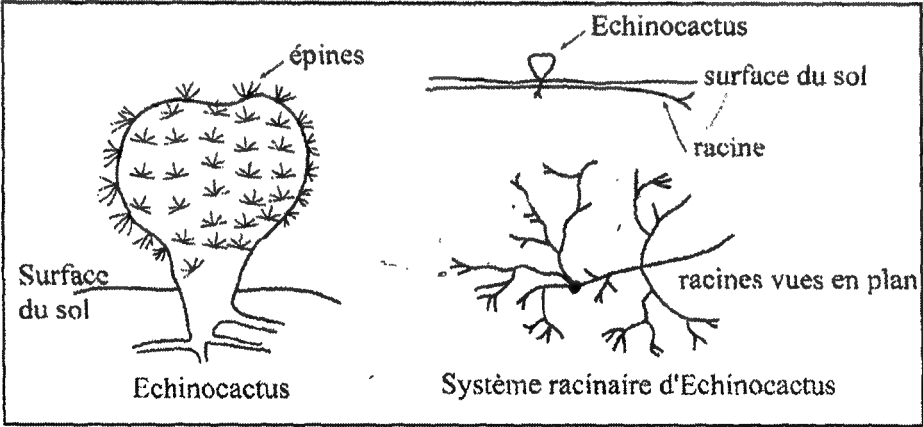


EXERCICE 9

Quels sont les différents moyens permettant la diminution de la perte d'eau chez une plante adaptée à la sécheresse ?

EXERCICE 10

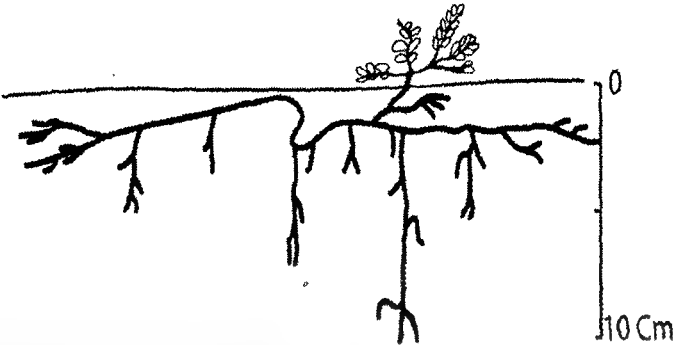
Le schéma suivant montre une plante d'Echinocactus et son système racinaire :



Décrivez trois façons, visibles sur le schéma, par lesquelles l'échinocactus est adapté à la vie dans le désert.

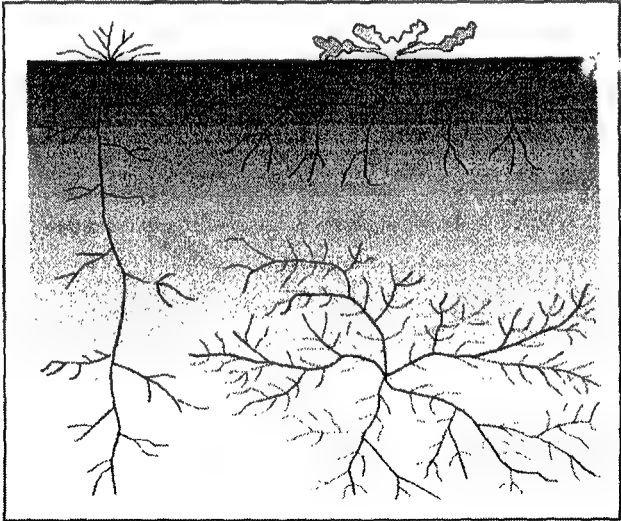
EXERCICE 11

1- les plantes xérophytes possèdent en général un système racinaire particulier adapté morphologiquement et physiologiquement à l'aridité du milieu. En utilisant les documents suivants, expliquez en quoi consiste cette double adaptation.



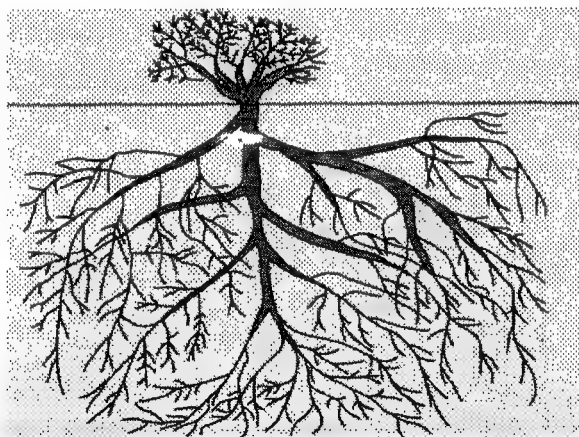
2- Quelle(s) autre(s) particularité(s) permettent à ces plantes d'être adaptées à la sécheresse?

Doc.2



## EXERCICE 12

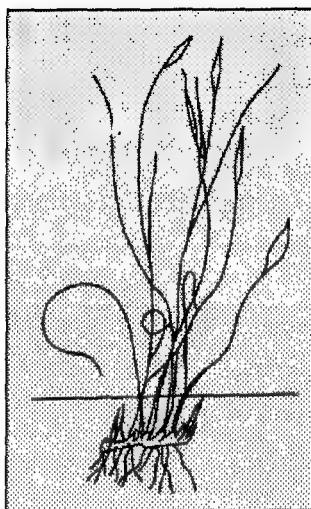
La plante représentée dans le document ci-contre vit dans un milieu caractérisé par la sécheresse. C'est une plante herbacée à rameaux dressés qui portent des feuilles réduites, gorgées d'eau, recouvertes de poils très fins. En utilisant les données fournies par le texte et ceux que vous observez sur le schéma, citez les caractères d'adaptation de cette plante au milieu aride et leur utilité.



## EXERCICE 13

La plante représentée dans le document ci-contre est l'Alfa. Elle vit dans des zones arides caractérisées par la sécheresse.

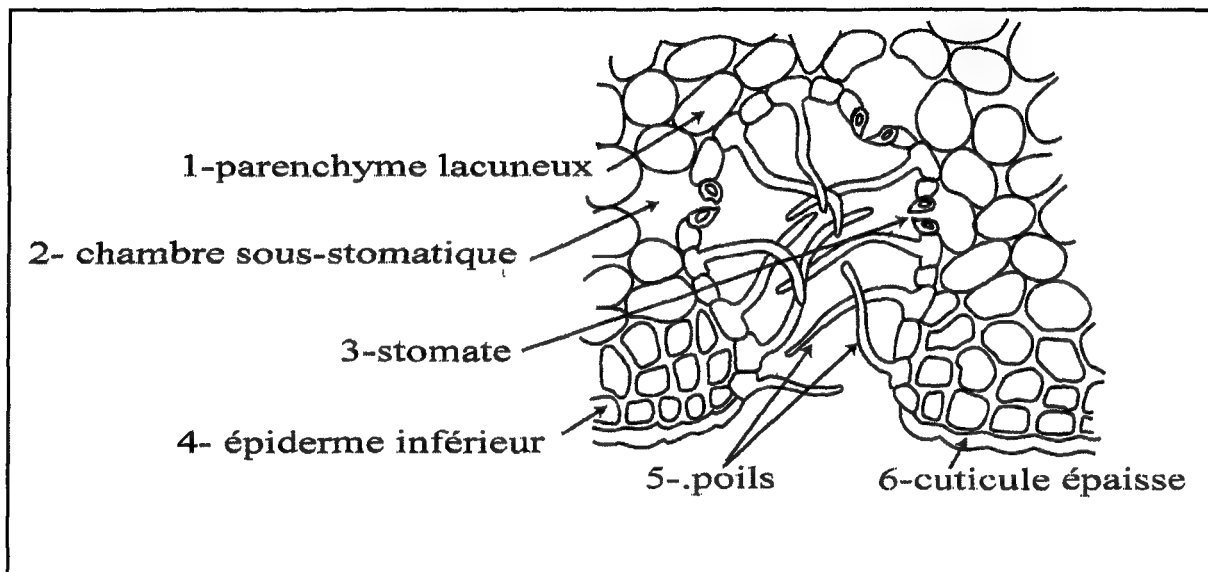
En utilisant vos connaissances sur cette plante et les données fournies par le schéma, indiquez les caractères d'adaptation de cette plante au milieu aride et leur utilité.



## EXERCICE 14

Le document ci-après représente une coupe transversale d'une feuille de Laurier-rose. La plante vit dans des zones arides caractérisées par la sécheresse, mais on peut la rencontrer même au Nord du pays.

En utilisant vos connaissances sur cette plante et les données fournies par le schéma, indiquez les caractères d'adaptation de cette plante au milieu aride, en précisant leur utilité pour la plante.



## EXERCICE 15

- 1) Comment les arbres à feuilles caduques passent-ils l'hiver ?
- 2) Les plantes ont-elles toutes les mêmes besoins en lumière ? Expliquez.
- 3) Comment se manifeste l'action du vent sur les plantes ?

## EXERCICE 16

- 1) Comment les animaux résistent-ils au froid ? Donnez quelques exemples d'adaptations.

## EXERCICE 17

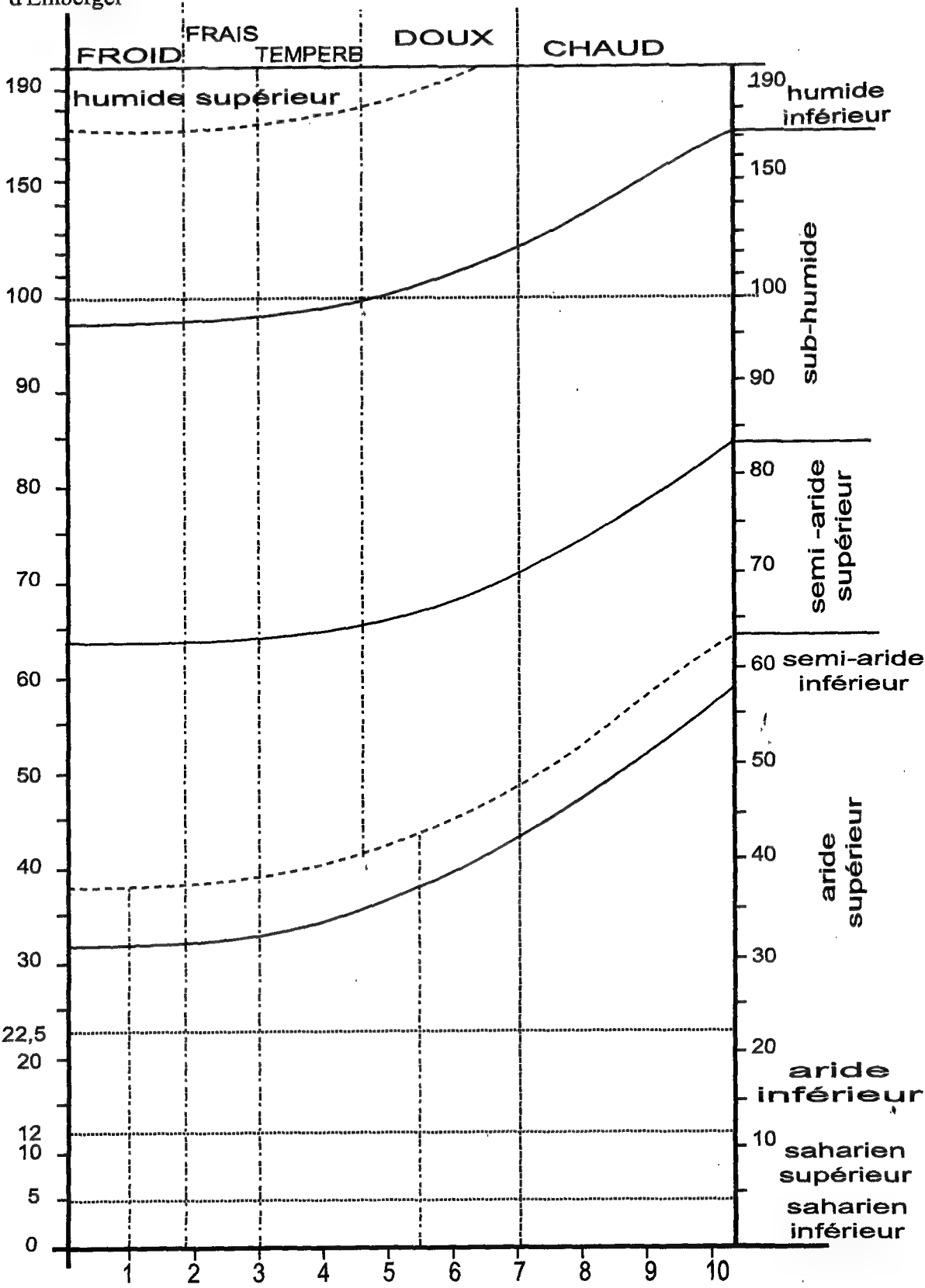
Qu'appelle-t-on plantes éphémérophytes? Comment arrivent-t-elles à lutter contre la sécheresse?

## EXERCICE 18

Qu'appelle-t-on plantes reviviscentes? Comment arrivent-t-elles à lutter contre la sécheresse?

Quotient  
pluviométrique  
d'Emberger

# DIAGRAMME DES BIOCLIMATS





# REPARTITION DES VEGETAUX EN TUNISIE - LES MILIEUX DE VIE

## EXERCICE 1

Explique le rôle des facteurs climatiques dans la répartition de la végétation en Tunisie.

## EXERCICE 2

Existe-t-il un rapport entre la répartition de l'Alfa en Tunisie et le climat de la région où se trouve cette plante ? Expliquez.

## EXERCICE 3

Chaque écosystème comporte une flore dont certaines espèces sont communes et d'autres sont indicatrices d'un climat bien défini.

- 1) Quelle est la différence entre une espèce commune et une espèce indicatrice d'un climat ?
- 2) Donnez un exemple pour chaque groupe ?
- 3) Quels sont les composants d'un écosystème ?
- 4) A chaque étage de végétation correspond un étage climatique. A cause de cette superposition on parle d'étages bioclimatiques.
  - a) Quels sont les facteurs climatiques ?
  - b) Comment on définit un étage bioclimatique ?

## EXERCICE 4

- 1) Quels sont les caractères d'un milieu aride et d'un milieu saharien ?
- 2) Où sont localisés ces deux milieux en Tunisie ?
- 3) Citer une espèce caractéristique de chacun de ces milieux.

## EXERCICE 5

Qu'appelle-t-on indice d'aridité ? Quelle est sa signification ?

## EXERCICE 6

Qu'appelle-t-on aridité ? Quelles ses caractéristiques ?

## EXERCICE 7

- 1- Quels sont les différents types d'écosystèmes qu'on trouve en Tunisie ?
  - 2- Comment se répartit la végétation sur le territoire tunisien ?
- Donner des exemples de plantes indicatrices du climat. Pourquoi les appelle-t-on ainsi ?

## EXERCICE 8

A la base de Boukornine, on rencontre les plantes suivantes : le thym, le brachyopode, le pin d'Alep et le cyclamen.

S'agit il d'une population, d'un peuplement ou d'une association végétale ?  
Justifiez votre réponse en donnant la définition exacte du terme choisi.

EXERCICE 9

L'exploration d'un écosystème permet d'étudier ses composants.

- 1) Quels sont les composants biotiques et abiotiques d'un écosystème ?
- 2) La région de BouKornine est caractérisée par un quotient pluviométrique d'EMBERGER  $Q_2 = 58,12$ 
  - a- Rappeler la formule de ce quotient.
  - b- A quel étage bioclimatique appartient la région de Boukornine ?
- 3) Dans la litière formée de feuilles mortes de romarin et d'aiguilles de Pin d'Alep, se trouvent des escargots, des fourmis et des araignées.  
Faites la classification de ces différentes espèces.
- 4) Qu'appelle-t-on population animale et association végétale ?

EXERCICE 10

Compléter le tableau suivant et conclure :

stations	Q	Etages bioclimatiques
Aïn draham		
Thala		
Matmata		

EXERCICE 11

- 1- Calculer le quotient pluviométrique des régions A et B.
- 2- A quel étage bioclimatique appartient chacune d'elles?
- 3- Donner deux exemples de plantes caractéristiques de ces étages.

	JANV.	FEV.	MARS.	AVR.	MAI	JUIN	JUILL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
<b>M</b>												
A	15.5	16.5	18.6	20.5	23	27.2	30.1	31.2	30	25.7	21.1	16.7
B	15.6	18.9	22.4	26.3	31.1	36.0	37.4	37.4	33.9	27.2	22.1	17.0
<b>m</b>												
A	6.9	7.5	9.3	11.6	14.6	18.5	21.1	21.5	20.3	16.5	11.7	8.1
B	5.2	7.7	9.7	12.5	15.7	19.6	21.5	21.9	20.3	16.0	11.2	7.1
<b>P</b>												
A	40	32	30	30	17	7	10	7	41	45	37	35
B	14	6	8	12	3	0.7	0.1	2	1.3	10	7	6

M= moyenne des températures maximales  
m = moyenne des températures minimales  
P = hauteurs moyenne des précipitations en mm.

EXERCICE 12

Lisez ce texte et répondez aux questions qui suivent :

« La Kroumirie, région la plus arrosée du pays reçoit plus de 800 mm de pluie par an. Son sol est siliceux et abrite une faune très variée faite surtout d'invertébrés. Cette région est également caractérisée par une flore dense constituée de chêne-liège, de chêne zeen, et de pin pignon localisé près de Tabarka. Le sous bois contient des fougères assez denses. La région de Bouhedma reçoit une quantité annuelle de pluie entre 30 et 500 mm. Sur son sol sableux, s'est développée une végétation basse faite de touffes éparpillées d'armoises blanches, d'alfa, de saligne et de quelques arbres d'acacia, clairsemées. On peut y rencontrer aussi une faune très variée, formée d'insectes, d'oiseaux, d'arachnides (exemple scorpion)...etc. »

- 1) A quel écosystème appartient chacune de ces régions ?
- 2) Définir les mots soulignés.
- 3) Comparer ces deux écosystèmes en utilisant les données du texte, (faites un tableau).

EXERCICE 13

Le tableau du document suivant donne des indications climatiques dans quatre stations (localités) différentes de notre pays.

Stations	Pluviométrie P annuelle en mm	Température moyenne en °C	M en °C	M en °C	Qp
A	1582	14°9	31°	3°9	
B	470	15°3	34°4	1°9	
C	331	18°6	30°1	6°9	
D	221	19°	35°,2	5°5	

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud  
m : moyenne des minima du mois le plus froid  
T : température moyenne annuelle.

- 1- Calculer le quotient pluviométrique Qp de ces quatre stations.
- 2- A quel étage bioclimatique appartient chacune d'elles ?
- 3- Parmi les végétaux suivants : chêne, vignoble, céréale, alfa, pinus halepensis, quels sont ceux qui peuvent s'adapter à ces différentes localités A, B, C et D ?

EXERCICE 14

« La végétation est rare, elle est clairsemée et réduite à des touffes. Elle abrite de nombreux insectes végétariens. La densité des rongeurs et des insectes dans les touffes de jujubier est remarquable. Cette plante épineuse protège ces animaux de leurs ennemis prédateurs. Les scorpions, les perce-oreilles et d'autres insectes sont cachés sous les pierres et les touffes d'herbe. Ils sont à l'abri de la lumière et de la température élevée et trouvent dans leur cachette une humidité relative différente de celle du milieu ».

- 1) Par quoi est caractérisé l'écosystème décrit dans le texte ci-dessous ?
- 2) De quel écosystème s'agit-il ? Justifier la réponse.
- 3) Montrer que les êtres vivants de cet écosystème sont interdépendants.

## EXERCICE 15

Associez les mots à leurs définitions :

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| a) – Biotique                   | 1) – l'ensemble des animaux                                    |
| b) – Un écosystème              | 2) – l'ensemble milieu + êtres vivants                         |
| c) – Un peuplement              | 3) – étudie les relations des êtres vivants avec leur milieu   |
| d) – La biosphère               | 4) – tout ce qui est vivant                                    |
| e) – Abiotique                  | 5) – ensemble des populations d'une biocénose                  |
| f) – La faune                   | 6) – la planète terre  |
| g) – Le quotient pluviométrique | 7) – tout ce qui est non vivant                                |
| h) – L'écologie                 | 8) – permet de situer une région dans son étage bioclimatique. |

## EXERCICE 16

En Tunisie, la végétation est composée de communautés végétales différentes et dont l'aspect varie en fonction du climat, du sol. Le tableau suivant donne une idée sur la répartition des végétaux et sur l'évolution d'une forêt suite à l'intervention de l'homme:

Forêt de pin d'Alep dans l'étage aride ou $100 \text{ mm} < P < 300 \text{ mm}$	Stade 1
--	---------

### Déforestation

Formation arbustive à Genévrier de Phénicie Romain et Alfa	Stade 2
---	---------

### Elimination des espèces ligneuses

Steppe à Alfa	Stade 3
---------------	---------

### Surexploitation

Steppe à Armoise	Stade 4
------------------	---------

- 1) Quels sont les termes qui désignent « la biocénose » ?
- 2) Quels sont les termes qui désignent les « facteurs abiotiques » ?
- 3) Quels sont les termes qui désignent « l'intervention de l'Homme » ?
- 4) Comment évolue cet écosystème ? Justifiez votre réponse.
- 5) Conclure.

# LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

## EXERCICE 1

1) La carte topographique est une **représentation plane** de la surface terrestre, c'est à dire la projection de celle-ci sur un plan horizontal. Cette opération (planimétrie), doit être complétée par la représentation du relief (orographie).

2) Une telle projection ne peut être réalisée que si on la réduit. Cette réduction est exprimée par un nombre fractionnaire qu'on appelle **échelle**.

L'échelle est le rapport entre la distance mesurée sur la carte et la distance réelle, à vol d'oiseau, sur le terrain (exprimée dans la même unité).

$$L' \text{ échelle} = \frac{\text{des sin}}{\text{réalité}} \text{ ou } \frac{\text{longueur réduite mesurée sur la carte}}{\text{longueur horizontale correspondante sur le terrain}} \text{ ou } \epsilon = \frac{l}{L}$$

L'échelle de 1/50 000, par exemple, signifie que 1 centimètre sur la carte représente 50 000 centimètres, donc 500 mètres, sur le terrain. On déduit de la formule de l'échelle :

$$L = \frac{l}{\epsilon} \quad \text{et} \quad l = L \times \epsilon$$

3) \*\* Une **courbe de niveau** est une ligne qui joint tous les points de la surface topographique, situés à la **même altitude** par rapport au niveau de la mer. C'est aussi l'intersection de la surface topographique et d'un plan horizontal.

\*\* Sur les cartes au 1/50 000, les courbes de niveau normales sont figurées en bistre et généralement situées tous les 10 mètres (**équidistance \***). Les **courbes maîtresses**, dessinées d'un trait plus fort, sont placées tous les 50 mètres : elle est accompagnée d'un **nombre** en bistre qui indique l'altitude en mètres.

NB : \* les courbes maîtresses peuvent avoir pour équidistance 25, 50 ou 100m selon les cartes. Les courbes normales peuvent avoir pour équidistance 5, 10 ou 20m, selon les cartes.

\*\* **L'intérêt des courbes de niveau**: en comptant les courbes, on peut évaluer, à quelques mètres près, l'altitude de n'importe quel point de la carte topographique.

4) Outre les renseignements sur le relief, les cartes topographiques apportent d'autres renseignements :

- Certains points indiquent l'altitude au mètre près de certains points particuliers (sommets ; cuvettes...) : on les appelle **points cotés**.
- Sur les cartes au 1/50 000, le bleu représente le réseau hydrographique, les figurés verts la végétation et les cultures, les traits simples les routes, les traits doubles les voies ferrées.
- Les cartes topographiques permettent aussi de confirmer la localisation des villes et villages, des cours d'eau, des étangs et des forêts. Les méridiens et les parallèles permettent d'obtenir les coordonnées géographiques d'un point... et la direction du Nord géographique.

## EXERCICE 2

L'échelle de la carte est :

$$\epsilon = \frac{l}{L} = \frac{10 \text{ cm}}{8 \text{ Km}} = \frac{10}{800\,000} = \frac{1}{80\,000}$$

La carte est dite au 80 000<sup>e</sup> ou à l'échelle de 1/80 000.

## EXERCICE 3

$$1- \epsilon = \frac{l}{L} = \frac{50 \text{ cm}}{50 \text{ Km}} = \frac{50}{5\,000\,000} = \frac{1}{100\,000}$$

2-

Echelles	1/20 000	1/50 000	1/80 000
Sur la carte	1 mm	1 mm	1 mm
Sur le terrain	20 000 mm = 20 m	50 000 mm = 50 m	80 000 mm = 80 m

EXERCICE 4

- Pour l'échelle 1/900 000 ; 1 cm sur la carte correspond à :

$L = \frac{l}{e} = 1 \text{ cm} \times 900\,000 = 900\,000 \text{ cm} = 9 \text{ km}$  sur le terrain

- Pour l'échelle 1/40 000:

$L = \frac{l}{e} = 1 \text{ cm} \times 40\,000 = 40\,000 \text{ cm} = 0,4 \text{ km}$  sur le terrain

- Pour l'échelle 1/750 000 :

$L = \frac{l}{e} = 1 \text{ cm} \times 750\,000 = 750\,000 \text{ cm} = 7,5 \text{ km}$  sur le terrain

EXERCICE 5

L'échelle 1/50 000 signifie que 1 mm sur la carte représente 50 000 mm (ou 50 m) sur le terrain. Inversement 50 m sur le terrain correspond à 1 mm sur la carte. Qu'en est il pour 2 km ?

$l = L \times e = 2 \text{ km} \times \frac{1}{50\,000}$

$l = L \times e = 200\,000 \text{ cm} \times \frac{1}{50\,000} = 4 \text{ cm}$

EXERCICE 6

Sur une carte au 20 000, 2 points distants de 5 cm, ils le sont sur le terrain, de :

$L = \frac{l}{e} = 5 \text{ cm} \times 20\,000 = 100\,000 \text{ cm} = 1 \text{ km}$

EXERCICE 7

Sur une carte au  $\frac{1}{50000}$ , 2 points sont distants de 10 cm, ils le sont sur le terrain, de :

$L = \frac{l}{e} = 10 \text{ cm} \times 50\,000 = 500\,000 \text{ cm} = 5 \text{ km}$

EXERCICE 8

Si, sur une carte au 1/800 000°, 2 points sont distants de 5 cm, ils le sont sur le terrain de :

$L = \frac{l}{e} = 5 \text{ cm} \times 800\,000 = 4\,000\,000 \text{ cm} = 40 \text{ km}$

EXERCICE 9

	Carte physique	Carte géologique de la Tunisie	C. topographique Régionale du Cap bon
Echelle	1/850 000	1/500 000	1/50 000
Distance réelle correspondant à 1 cm	1cm → 850 000 cm = 8500 m = 8,5 km	1cm → 500 000 cm = 5 km	1 cm → 50 000 cm = 500 m = 0,5 km

**EXERCICE 10**

- Pour l'échelle 1/80 000 on a :  $4 \text{ cm} \times 80\,000 = 320\,000 \text{ cm} = 3,2 \text{ km}$
- Pour l'échelle 1/50 000 on a :  $4 \text{ cm} \times 50\,000 = 200\,000 \text{ cm} = 2 \text{ km}$

**EXERCICE 11**

$$1) \quad - \text{A l'échelle } 1/800\,000 \text{ on a : } l = L \times \epsilon = 8 \text{ km} \times \frac{1}{800\,000} = \frac{800\,000 \text{ cm}}{800\,000 \text{ cm}} = 1 \text{ cm}$$

$$- \text{A l'échelle } 1/100\,000 \text{ on a : } l = L \times \epsilon = 8 \text{ km} \times \frac{1}{100\,000} = 8 \text{ cm}$$

2) La carte au 1/800 000<sup>e</sup> est à petite échelle puisque le rapport qui l'exprime est petit (1 cm). La carte au 1/100 000<sup>e</sup> est à grande échelle puisque le rapport qui l'exprime est relativement grand (8 cm). Cette dernière est **plus précise**.

**EXERCICE 12**

\* Pour une carte à échelle 1/250 000, on représente les 10 km par un segment de droite de :

$$l = L \times \epsilon = 1000\,000 \text{ cm} \times \frac{1}{250\,000} = \frac{100}{25} = 4 \text{ cm}$$

\* Pour la carte à l'échelle 1/10 000, les 10 km sont représentés par un segment de :

$$l = L \times \epsilon = 1000\,000 \text{ cm} \times \frac{1}{100\,000} = 10 \text{ cm}$$

**EXERCICE 13**

$$\epsilon = \frac{l}{L} = \frac{1 \text{ cm}}{0,5 \text{ Km}} = \frac{1 \text{ cm}}{50\,000 \text{ cm}} = 1/50\,000$$

$$l = L \times \epsilon = 200\,000 \times \frac{1}{20\,000} = 10 \text{ cm}$$

$$L = \frac{l}{\epsilon} = 10 \text{ cm} \times 2500 = 25\,000 \text{ cm} = 250 \text{ m} = 0,25 \text{ km}$$

Distance sur la carte	1 cm	10 cm	0,1 m
Distance sur le terrain	0,5 km	2 km	0,25 km
Echelle	1/50 000	1/20 000	1/2500

**EXERCICE 14**

$$1- L = \frac{l}{\epsilon} = 4 \text{ cm} \times 20\,000 = 80\,000 \text{ cm} = 800 \text{ m} = 0,8 \text{ km}$$

$$2- \epsilon = \frac{l}{L} = \frac{4 \text{ cm}}{200\,000 \text{ cm}} = \frac{1}{50\,000}$$

$$3- l = L \times \epsilon = 400\,000 \text{ cm} \times \frac{1}{20\,000} = 20 \text{ cm}$$

Distance mesurée sur la carte	Distance réelle sur le terrain	Echelle
4 cm	800 m = 0,8 km	1/20 000
4 cm	2000 m = 2 km	1/50 000
20 cm	4000 m = 4 km	1/20 000

**EXERCICE 15**

1) Un profil topographique est une **section de la surface topographique** par un **plan vertical**. Ce profil, qui sera représenté à une certaine échelle, doit rendre compte des formes du relief. Pour le géologue, il sera la base de coupes géologiques.

2) Exécuter un profil topographique revient à dessiner une courbe en coordonnées rectangulaires en prenant comme **ordonnées les hauteurs** et comme **abscisses les distances horizontales** à l'échelle de la carte.

Après avoir défini par un **trait de coupe** AB, l'emplacement où l'on désire faire le profil, on applique une feuille de papier millimétré contre ce dernier et on y marque les extrémités du trait de coupe.

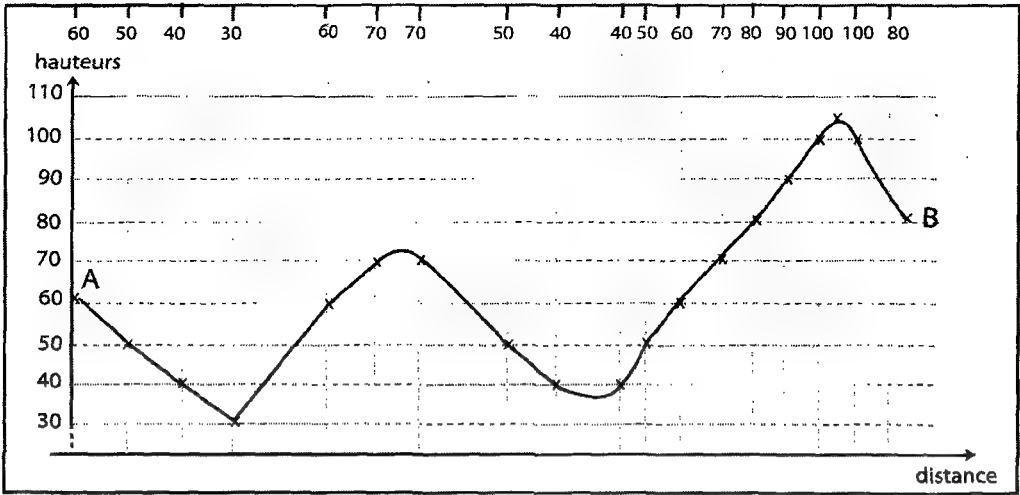
Ayant repéré les intersections du trait de coupe et les points importants (vallées, sommets ect...), on les abaisse à leur altitude à l'échelle. On dessine ensuite le profil en les réunissant. Mais cette dernière opération ne doit pas se faire en joignant les points par des segments de droite. Au contraire, il faut rendre compte au maximum de l'allure générale du relief.

En dernier lieu, on indiquera :

- l'orientation.
- une échelle des longueurs, graduée en kilomètres par exemple.
- quelques noms de lieux (villages, sommets, rivières, etc...) et quelques points cotés permettant de retrouver l'endroit exact où la coupe a été faite.
- en haut de la feuille, le nom de la carte topographique qui nous a servi de base, ainsi que son échelle.

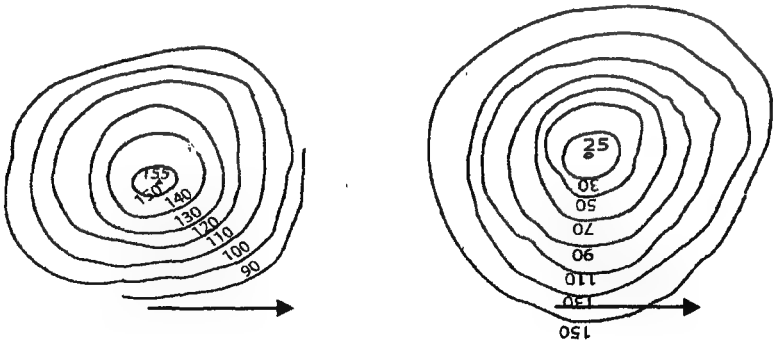
EXERCICE 16

1) Le profil topographique :

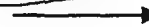


2) L'échelle de la carte est :  $\epsilon = \frac{l}{L} = \frac{14}{2800\,000} = \frac{1}{100\,000}$

EXERCICE 17



EXERCICE 18

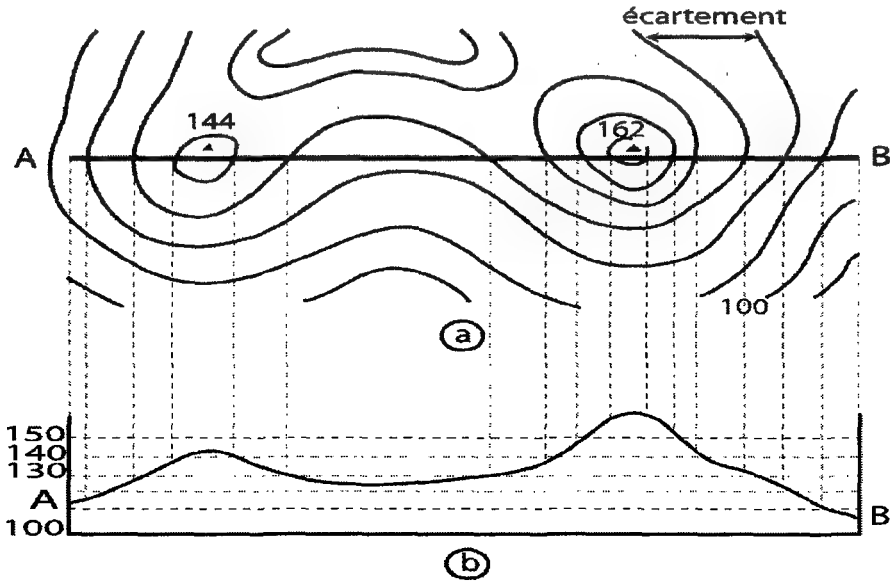




1 → D	2 → A	3 → C
4 → E	5 → B	

EXERCICE 19

- 1- Un sommet est indiqué par un point coté accompagné d'un chiffre indiquant l'altitude par rapport au niveau de la mer. Il est entouré par une ou plusieurs courbes de niveau concentriques plus basses que lui.
- 2- **L'équidistance** : C'est la différence d'altitude entre deux courbes de niveau voisines. Elle est la même pour une carte quelconque.
- En essayant des équidistances de 5 m, 10 m et 20 m, on s'aperçoit que seule l'équidistance de 10 m est compatible avec les altitudes des points cotés.
- 3 et 2b : Le profil topographique avec écartement :



EXERCICE 20

- 1) Les altitudes des points :

Points	Altitudes (m)
a	30 m
b	40 m
c et e	70 m
d	75 m
f	60 m

- 2) \* **L'équidistance**: altitude de b – altitude de a = 40 – 30 = 10 m  
L'équidistance de la carte est donc de 10 m.

\* **L'échelle** :

1 cm sur la carte → 10 m ou 1000 cm sur le terrain

$$\epsilon = \frac{l}{L} = \frac{1\text{ cm}}{1000\text{ cm}} = \frac{1}{1000}$$

- 3) La distance réelle sur le terrain :

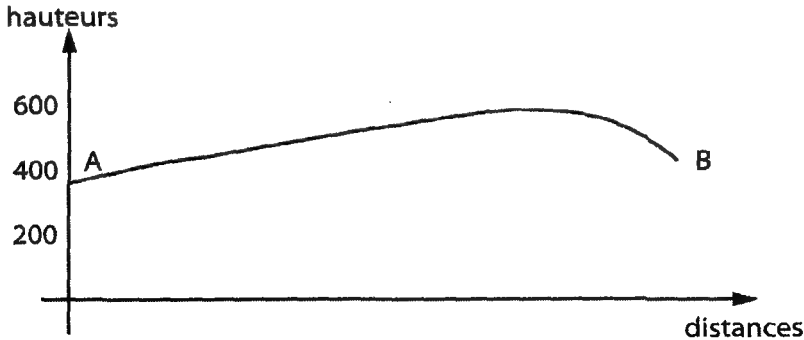
$$L = \frac{l}{\epsilon} = 8\text{ cm} \times 1000 = 8000\text{ cm} = 80\text{ m}$$

EXERCICE 21

- 1) Légende : ① Courbe maîtresse ② Courbe normale ③ Point coté  
 2) Les chiffres indiquant les altitudes doivent être écrits de telle façon que leur base soit dirigée vers le bas de la pente et non l'inverse.  
 3) L'équidistance est de 10 m.  
 4) AB = 3 cm. L'échelle étant de 1/50 000, on a :

$$é = \frac{l}{L} \Rightarrow L = \frac{l}{é} = 3 \text{ cm} \times 50\,000 = 150\,000 \text{ cm} = 1500 \text{ m} = 1.5 \text{ km}.$$

- 5) Les courbes de niveau sont concentriques et entourant un point coté plus haut qu'elles toutes. Il s'agit d'un sommet avec 2 versants ou flancs. Supposons qu'un trait de coupe passe par le sommet, on a l'allure suivante :



## EXERCICE 22

- 1) L'altitude A est d'environ 270 m ; celle de B est d'environ 175 m.  
 2) L'altitude la plus élevée du segment AB se situe entre celles des 2 points cotés, c'est à dire entre 350 et 400 m.  
 3) L'échelle de la carte : 1 cm sur la carte correspond à 200 m sur le terrain.

$$é = \frac{l}{L} = \frac{1}{20\,000} = 1/20\,000^e$$

## EXERCICE 23

- 1) Le relief représenté par les courbes est une cuvette ou dépression. En effet, les courbes de niveau sont concentriques et le point coté (180) est situé plus bas qu'elles.  
 2) L'équidistance est de 20 m puisque les 2 courbes maîtresses ont respectivement 300 et 200 m soit une dénivellation de 100 m  $\Rightarrow \frac{100}{5} = 20 \text{ m}$   
 3) L'échelle des altitudes est portée sur l'axe des ordonnées, celle des distances horizontales est portée par l'axe des abscisses.

- \*\* L'échelle des hauteurs ? 1 cm sur la carte correspond à 200 m sur le terrain.

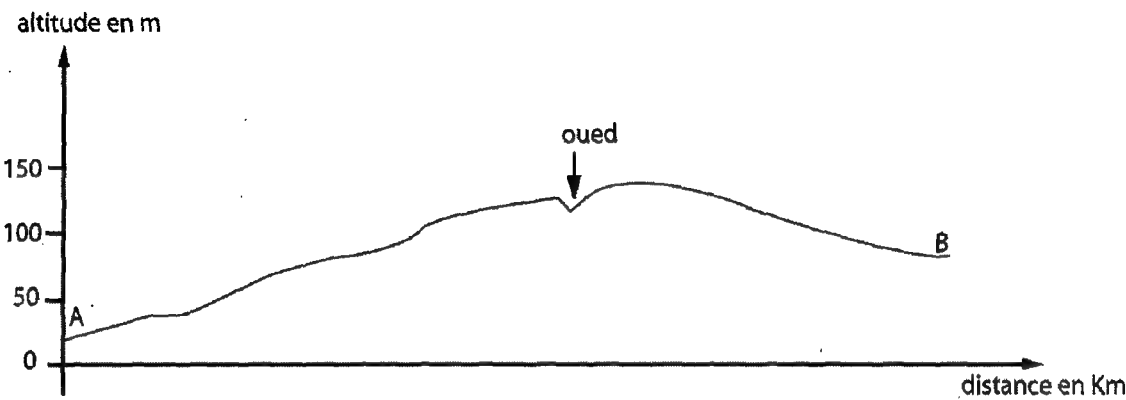
$$é = \frac{l}{L} = \frac{1}{20\,000} \text{ cm} = 1/20\,000.$$

- \*\* L'échelle des distances horizontales ? 1 cm sur la carte correspond à 10 km sur le terrain :

$$é = \frac{l}{L} = \frac{1}{1000\,000} = 1/1000\,000.$$

## EXERCICE 24

- 1) Le profil topographique est la partie la plus superficielle de la coupe. On le colorie par exemple en rouge (voir courbe page suivante)..  
 2) L'échelle des altitudes : 1 cm sur la carte correspond à 50 m sur le terrain



$$\epsilon = \frac{l}{L} = \frac{1}{50m} = \frac{1}{5000cm} = 1/5000^e$$

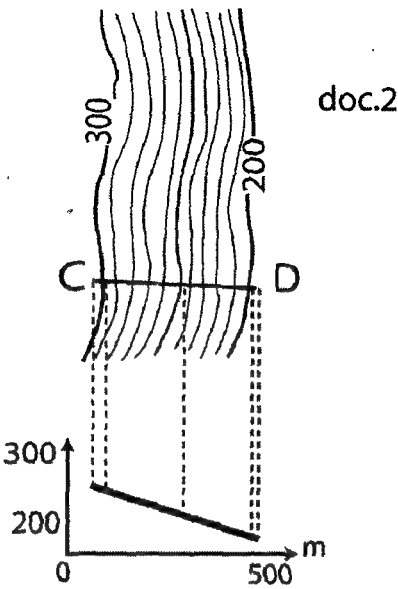
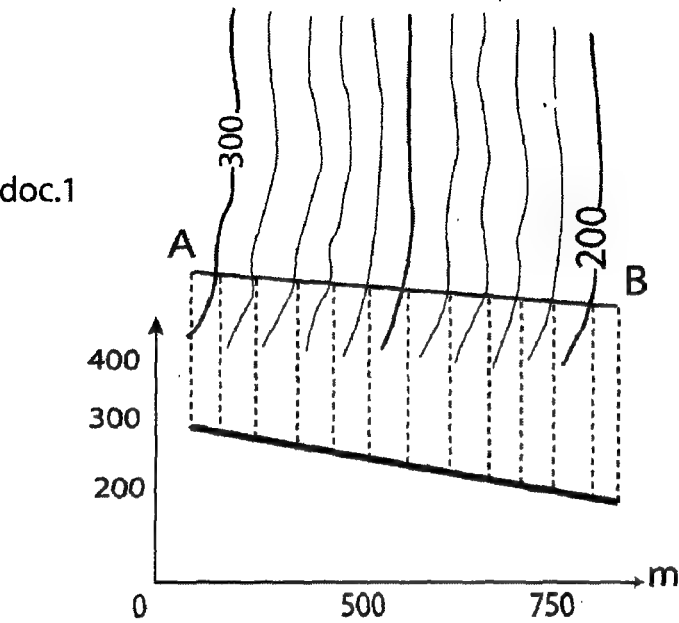
3) L'échelle étant de 1/25 000, cela veut dire que 1 cm sur la carte correspond à :

$$L = \frac{l}{\epsilon} = 1\text{ cm} \times 25000 = 250\text{ m}$$

On reprend la courbe et on note pour chaque graduation 250 m.  
La distance AB sera alors : 12 x 250 = 3000 m = 3 km

EXERCICE 25

1- Les profils topographiques :



2- Les profils topographiques obtenus sont représentés par 2 pentes régulières et constantes (c'est-à-dire sans dénivellations différentes) puisque au niveau des traits de coupe AB et CD les courbes de niveau sont régulièrement espacées.  
NB. : En pratique, il est inutile d'indiquer des points intermédiaires entre A et B ou entre C et D puisqu'ils n'apportent aucun renseignement supplémentaire.  
Sur la même figure, on voit que les différences d'altitude entre A et B d'une part et C et D de l'autre sont les mêmes. Effectivement, AB et CD coupent le même nombre de courbes de

niveau, et l'équidistance est la même. Mais comme CD est plus court que AB, la pente qui lui correspond est plus forte. Nous retrouvons la règle suivante : **Pour une équidistance donnée, plus la pente est forte, plus les courbes de niveau sont rapprochées, inversement plus la pente est faible, plus les courbes de niveau sont écartées.**

Mais des courbes de niveau serrées indiquent-elles toujours une pente forte au niveau d'un sommet ? Voir exercice suivant.

2- Pour évaluer la pente du terrain entre deux points situés sur un même versant, il faut déterminer l'altitude H en pendage des deux points et la distance qui les sépare. La

3- %, est égale à  $\frac{H_A - H_B}{AB} \times 100$

Pour la 1<sup>ère</sup> pente (celle de gauche) :

$$\frac{H_A - H_B}{AB} \times 100 = \frac{300 - 200}{500} \times 100 = \frac{100}{500} \times 100 = 20 \%$$

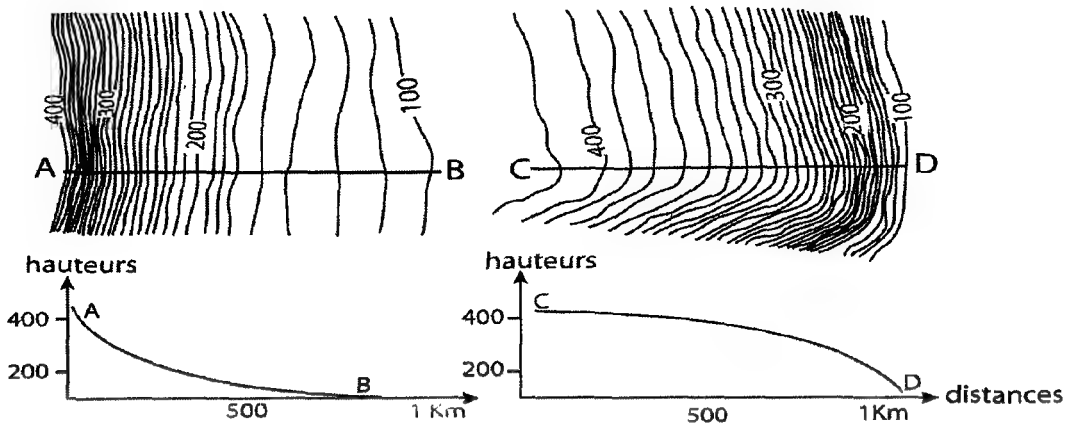
• Pour la 2<sup>e</sup> pente (celle de droite) :

$$\frac{H_C - H_D}{AB} \times 100 = \frac{300 - 200}{250} \times 100 = \frac{100}{250} \times 100 = 40 \%$$

La 2<sup>ème</sup> pente est plus forte. Les courbes de niveau qui lui correspondent sont relativement plus serrées.

## EXERCICE 26

1 et 2) Les profils topographiques:



3)\* La coupe AB a un profil sous forme d'une **pente concave vers le haut**.

\* La coupe AB présente vers le haut des courbes de niveau serrées, et par conséquent la pente y est forte. Plus on descend, plus les courbes de niveau sont écartées et plus la pente devient faible. **Une pente concave est donc caractérisée par des courbes de niveau de plus en plus écartées en allant vers le bas.** Autrement dit :

**La pente est concave vers le haut  $\Leftrightarrow$  les courbes de niveau sont de moins en moins serrées lorsqu'on descend la pente (cas du profil AB).**

\* La coupe CD a un profil **convexe vers le haut**.

Vers le sommet, les courbes de niveau sont écartées, donc la pente y est faible ; plus on descend, plus les courbes de niveau sont serrées, et plus la pente devient forte.

**Une pente convexe vers le haut est caractérisée par des courbes de niveau de plus en plus serrées en allant vers le bas.** Autrement dit :

**La pente est convexe vers le haut  $\Leftrightarrow$  les courbes de niveau sont de plus en plus serrées lorsqu'on descend la pente (cas du profil CD).**

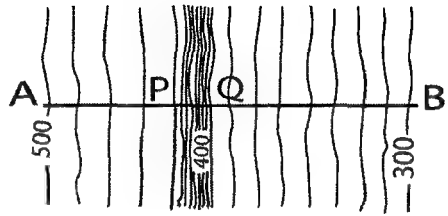
**Conclusion :**

Lorsque les courbes de niveau ne sont pas régulièrement espacées mais sont soit de plus en plus espacées, soit de plus en plus serrées, les pentes sont, selon le cas soit concaves soit convexes vers le haut.

EXERCICE 27

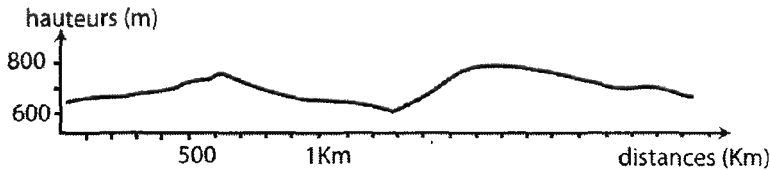
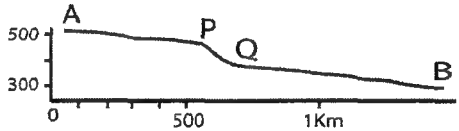
- 1) Profil topographique : (ci-contre)
- 2) La courbe obtenue montre une double rupture de pente (aux points P et Q)

Les ruptures de pente se voient au fait que les courbes de niveau se voient au fait que les courbes de niveau s'écartent ou se resserrent brusquement.



EXERCICE 28

- 1) Profil topographique :
- 2) commentaire : La colline qui porte la cote 787 présente une section à peu près **symétrique** et un sommet anguleux. Celle qui porte la cote 803 est au contraire **dissymétrique** et son sommet est arrondi ; c'est ce que montre le profil correspondant qui est le suivant :
- A l'Ouest, le relief est anguleux et sensiblement symétrique ;
- A l'Est, le relief est arrondi et dissymétrique.



EXERCICE 29

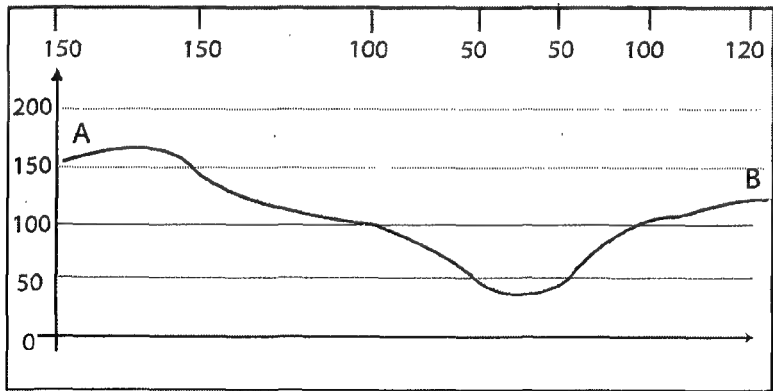
- 1) L'équidistance est de 20m.
- 2) Il s'agit d'une cuvette ou dépression. En effet, le point coté, situé à 143 m est entouré par des courbes de niveau concentriques et de plus en plus hautes que lui.

EXERCICE 30

- 1) Les points cotés des sommets Nord sont respectivement à 86 et 92m d'altitude. Ceux du côté Sud, ils sont respectivement à 68. 78 et 73m d'altitude. Ils sont tous entourés de courbes de niveau concentriques et plus basses qu'eux. Quant aux parties les plus basses, elles se trouvent au fond de la vallée, là où il y a le cours d'eau.
- 2) Les courbes maîtresses sont à 50m et à 10m .L'équidistance est de 10m.

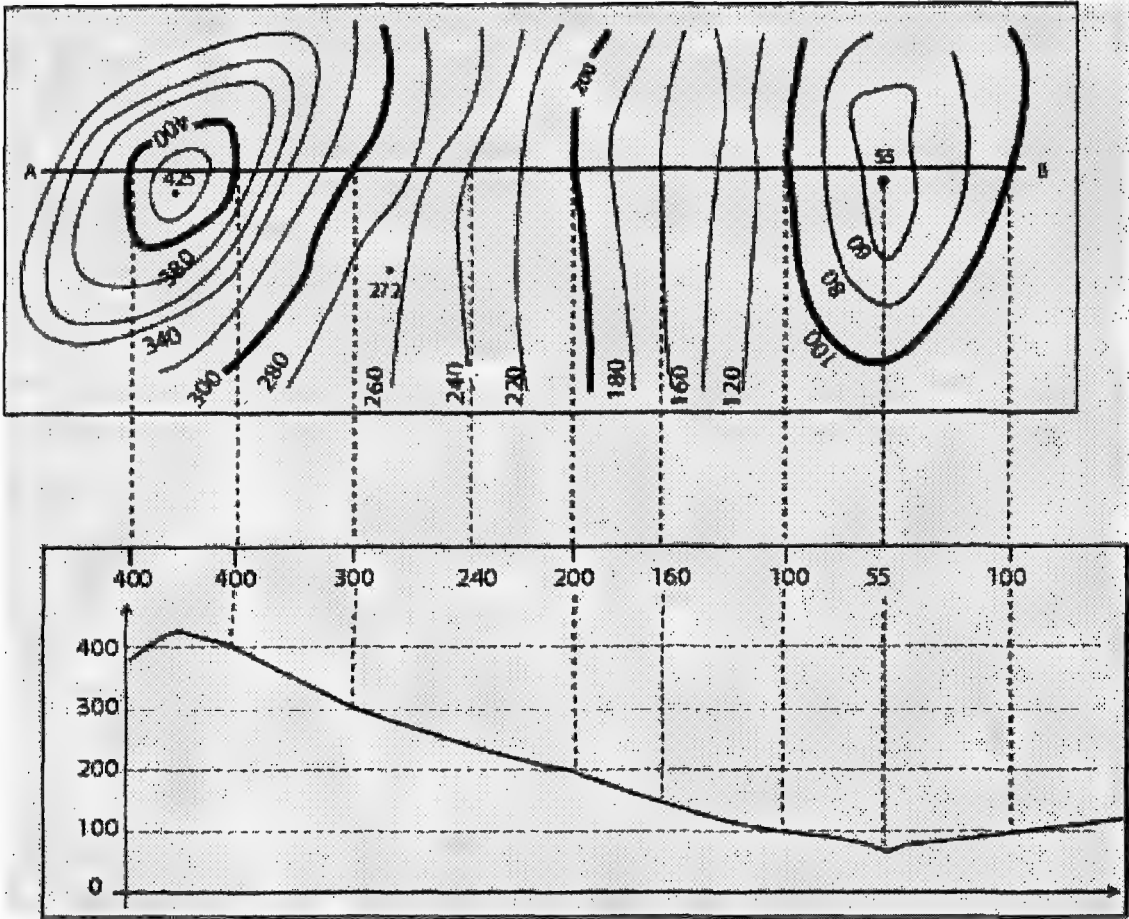
3) distance AB :  $\epsilon = \frac{l}{L} \rightarrow L = \frac{l}{\epsilon} \rightarrow 5cm \times 850\,000 = 4\,250\,000\,cm = 4,2\,Km.$

EXERCICE 31



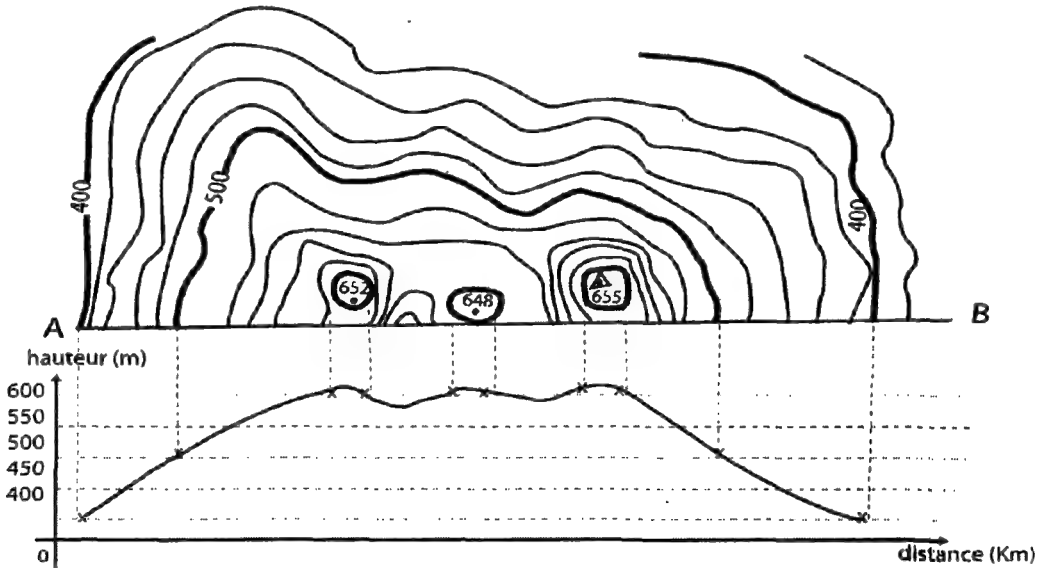
EXERCICE 32

- 1° Les valeurs 425 et 55 sont des points cotés qui indiquent les altitudes de sommets puisque les courbes qui les entourent sont d'altitudes plus faibles.  
2° Valeur des courbes et profil topographique :



EXERCICE 33 (Voir corrigé page 92 exercice 16)

EXERCICE 34



# STRATIGRAPHIE

## EXERCICE 1

1° Légende : 1- précipitations 2- érosion 3- transport 4- sédimentation

2° Les sédiments transportés par les agents d'érosion se déposent dans les dépressions appelées **bassins de sédimentation** (généralement des mers, ou des lagunes) ; chaque couche nouvelle se dépose sur la couche précédente. Les couches sédimentaires ou **strates** ainsi formées sont **horizontales**, et superposées normalement l'une sur l'autre, selon la taille des particules, les plus grosses (donc les plus lourdes) d'abord..

3° La strate A, étant déposée la première est plus ancienne que B, laquelle est plus ancienne que C : âge de A > âge de B > âge de C

4° **Principe de superposition** : Si les couches sont restées dans leur position originelle, l'ordre de leur succession, de bas en haut, est aussi l'ordre chronologique de leur dépôt. Autrement dit, lorsque deux couches, n'ayant pas subi de déformations tectoniques sont superposées, la plus élevée est la plus récente (ou la plus profonde est la plus ancienne).

## EXERCICE 2

La stratigraphie est une science qui étudie les couches de roches appartenant à l'écorce terrestre afin d'en établir la succession dans le temps (âges relatifs), leurs âges réels (âges absolus), leur répartition géographique à chaque époque du passé.

## EXERCICE 3

1- Les roches du document sont disposées en couches horizontales parallèles aux strates.

2- Ces roches ont pour origine des sédiments qui se sont déposés dans une dépression marine ou continentale et qui se sont transformés en couches consolidées appelées strates. Les strates du document sont donc des roches sédimentaires.

Elles se présentent en position horizontale, c'est-à-dire dans la position même des sédiments qui leur donnèrent naissance. On peut, en examinant les couches superposées, établir leur ordre de dépôt et donc leur âge relatif.

3- L'âge de c : c est plus ancienne que b et à fortiori que a, mais plus récente que d.

Âge de d > âge de c > âge de b > âge de a

Le principe appliqué est le **principe de superposition** : une couche est plus ancienne que celle qui la recouvre et plus récente que celle qu'elle recouvre, si les couches sont restées dans leur ordre initial. Ce principe permet une datation relative (âge des strates les unes par rapport aux autres).

## EXERCICE 4

Dans cette coupe régionale, on observe de part et d'autre de la vallée et à plusieurs kilomètres de distance 2 buttes témoins, 2 affleurements discontinus formés de couches identiques, de même nature lithologique, occupant la même position relative et sont au même niveau. Les strates des 2 buttes étant dans le prolongement l'un de l'autre, on admet qu'il y a continuité entre les 2 affleurements et que leurs roches sont de même âge, puisqu'une couche possède en général le même âge sur toute son étendue ou en tous ses points : **C'est le principe de continuité.**

**N.B.** : On verra qu'en vertu de ce principe, on peut tracer sur les cartes géologiques les contours des couches bien qu'elles n'affleurent que dans très peu d'endroits.

## EXERCICE 5

C et D étant du même âge, les couches A et B sont antérieures à D et à fortiori à E et F.

Âge A et B > âge de D, E et F

Autrement dit : A et B sont plus anciennes que D, E et F.

**EXERCICE 6**  
Réponses justes : C (on acceptera B ou B et C ensemble).

**EXERCICE 7**  
1- Quaternaire - Tertiaire - Secondaire - Primaire.  
2- La roche s’est formée au secondaire puisque le Trias est une période de cette ère.

**EXERCICE 8**

chronologie	ères			périodes
	quaternaire			
- 1 M.A	tertiaire	supérieur		pliocène
		inférieur		miocène oligocène éocène
- 70	secondaire			crétacé jurassique trias
- 225	primaire	supérieur		permien
- 600		moyen inférieur		carbonifère dévonien silurien cambrien

**EXERCICE 9**  
Le Nautilé, qu’on trouve presque dans toutes les ères géologiques n’apporte aucune précision d’époque et par conséquent n’est pas un fossile stratigraphique. Par contre il définit le milieu où s’effectue une sédimentations marine : c’est un **fossile de faciès**.

**EXERCICE 10**  
1- **Les fossiles** sont des restes, des moulages conservés dans des sédiments, des traces ou le témoignage de l’activité d’un ancien être vivant disparu.  
2- Différentes modes de conservations, ont permis d’avoir différents types de fossiles. On distingue :  
a) Des organes conservés sans modifications importantes, ce sont :  
- généralement des parties dures (coquilles, os, dents, œufs de Dinosaures) ;  
- mais parfois de l’individu entier ou des parties molles (ex. : les Mammouths conservés dans les glaces, les Insectes et les arachnides conservés dans l’ambre qui est une résine fossile de la Baltique).  
b) Des organes conservés après remplacement de la matière initiale par des atomes différents ; exemple : Silicification des troncs par remplacement du carbone par le silicium.  
c) Des moulages internes ou externes (Ammonites, Gastéropodes).  
d) Des traces de l’activité biologique (traces de pattes de Dinosaures ; excréments...).  
3- **Les fossiles stratigraphiques** : ce sont des fossiles qui permettent de dater les roches sédimentaires.  
\* Un bon fossile stratigraphique est une espèce caractérisée par :  
- une durée de vie **très courte** à l’échelle géologique, donc à **évolution très rapide**.



- une **très grande extension géographique** (répandue partout à la surface du globe à une époque déterminée).

Les fossiles stratigraphiques animaux ou végétaux sont très importants parce qu'ils ont permis :

- Le découpage des époques géologiques en **\*\*ères**, subdivisées elles-mêmes en **périodes**, elles-mêmes découpées en **époques** puis en **âges**.

**\*\*** Les trilobites n'existaient qu'à l'ère Primaire, les Ammonites qu'au Secondaire, les Nummulites qu'au Tertiaire.

- d'établir l'âge relatif des terrains les uns par rapport aux autres.

**NB** : Certaines espèces de micro-ou macrofossiles permettent des déterminations beaucoup plus précises ; ainsi l'espèce *Hildoceras bifrons* (Ammonite) délimite une période autour de 184 Ma.

**4- Faciès** : C'est l'ensemble des caractéristiques (minéralogiques, paléontologiques, etc.) d'une roche, conséquences des conditions de milieux dans lesquelles la roche s'est formée.

**5- Les fossiles de faciès** :

- Ils permettent de reconstituer le milieu dans lequel s'est faite la sédimentation à l'origine de la roche (faciès marin, continental...). On en déduit qu'en cette région la mer a avancé (transgression) et le faciès est alors marin ou s'est retirée (régression) et le faciès est alors continental.
- Les fossiles de faciès sont des indices pour reconstituer la géographie ancienne. Il sont, par ailleurs indispensables pour fixer la limite des mers, leur profondeur, l'emplacement des rivières, des lacs, des chotts ... à une époque déterminée.

Ainsi, en reportant sur des cartes topographiques les sédiments à faciès marins et les sédiments à faciès continentaux de même âge et en réunissant ces tâches isolées, on obtient les **cartes paléogéographiques** de vastes régions ou même de la planète Terre.

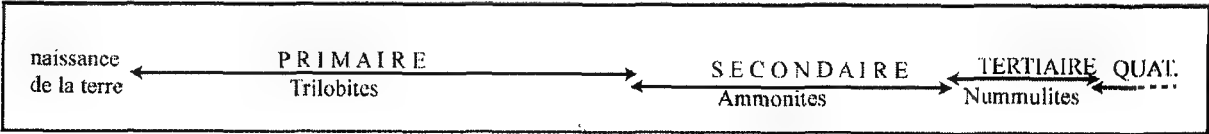
**6- Principe des causes actuelles** : Il est énoncé par Lyell, géologue anglais (1797-1875). Il dit que les lois physico-chimiques sont permanentes. Ce principe appliqué aux êtres fossiles, permet de supposer que les mêmes structures ont les mêmes exigences de vie, donc qu'ils s'adaptent aux mêmes milieux que les êtres vivant actuellement.

EXERCICE 11

	bon fossile stratigraphique	fossile de faciès
vitesse d'évolution	vitesse très rapide (vie très courte)	Très lente
aire de répartition	Aire très grande + très grand nombre d'individus.	+ ou - vaste
rôle	<div><div>- datation précise des strates (intérêt chrono-stratigraphique).</div><div>- découpage des époques géologiques.</div></div>	<div>- Reconstitution des milieux de vie anciens et donc de l'origine des sédiments (reconstitution de la paléogéographie ou géologie ancienne)</div>

EXERCICE 12

1 et 2)



3- Il s'agit de bons fossiles stratigraphiques ou fossiles d'étage, puisque leur évolution est rapide et leur durée de vie est relativement courte (chacun caractérise une époque déterminée des temps géologiques), leur répartition géographique est très étendue (on les trouve un peu partout dans le monde)

4- Le passage d'une ère à la suivante est marqué par la disparition d'une espèce fossile et l'apparition d'une nouvelle espèce fossile. Ces événements ont permis aux géologues de découper les temps géologiques.

5- Il s'agit de la **chronologie relative** ou **datation relative**, c'est-à-dire de l'évaluation de l'âge relatif de terrains les uns par rapport aux autres ou des événements géologiques.

## EXERCICE 13

- **datation relative** : datation d'un événement par rapport à un autre. une couche est datée par rapport à une autre, un événement géologique est daté par rapport à un autre. C'est la méthode de datation la plus utilisée en géologie;
- **La datation absolue** : Elle permet de déterminer l'âge précis des roches, donc des terrains qui les contiennent (âge donné en millions d'années).

## EXERCICE 14

a) Trilobites et Ammonites sont 2 espèces différentes qui auraient vécu à 2 époques différentes :

- Les Trilobites étaient en pleine expansion de -500 MA à - 450 MA puis ils auraient disparu progressivement jusqu'à -230 MA, date de leur extinction totale.
- Les Ammonites sont apparues il y a 400 MA, mais leur période d'épanouissement se situe entre -230 et -80 MA, puis elles ont disparu.

b) chacune de ces 2 espèces a vécu donc pendant une époque limitée de l'histoire de la Terre (des temps géologiques), période qu'elle caractérise ; on lui attribue ainsi le nom de **fossile stratigraphique**.

## EXERCICE 15

1- La fossilisation est l'ensemble des transformations que subit un être vivant après sa mort. L'enfouissement rapide est l'une des conditions de réussite de la fossilisation.

2- a- Un moule est une empreinte d'un être vivant ancien, conservée dans une roche sédimentaire.

NB : Un moule peut être externe (empreinte d'une coquille sur une roche) ou interne (coquille remplie d'un sédiment puis dissoute).

b- Les moules sont considérés comme **fossiles** parce qu'ils permettent d'identifier les formes des parties dures dissoutes qui appartenaient à des êtres vivants disparus.

3- Les fossiles A et D sont de bons **fossiles stratigraphiques** parce que

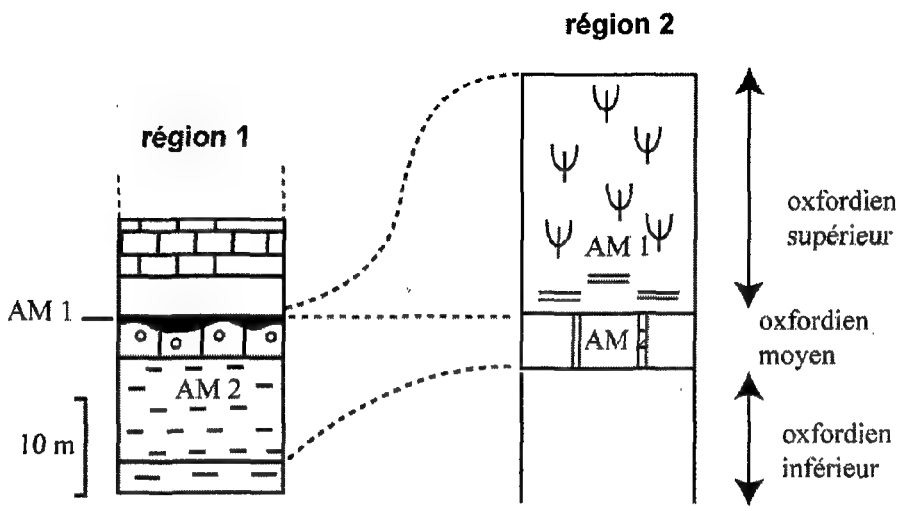
- ils appartiennent à des espèces qui ont vécu pendant de **courtes durées** avant de s'éclipser (A n'a vécu qu'au primaire ; D n'a vécu qu'au tertiaire)
- ils permettent une datation relative mais précise des strates (**intérêt chrono-stratigraphique**).

## EXERCICE 16

1- Les 2 ammonites AM1 et AM2 sont des fossiles stratigraphiques puisqu'ils n'ont vécu que pendant une période déterminée.

Les coraux des récifs sont des fossiles de faciès, très exigeants sur les conditions du milieu.

1- Les strates ayant les mêmes fossiles sont de même âge (principe de continuité).



3- Dans la région n°2, on peut dire qu'à l'Oxfordien supérieur, on avait un milieu marin, peu profond, avec des eaux claires qu'atteste la présence des coraux.  
Au contraire, avec les seules données fournies, on ne peut rien dire des conditions de milieu à la même époque dans la région n° 1, compte tenu de l'absence des fossiles de faciès cités.

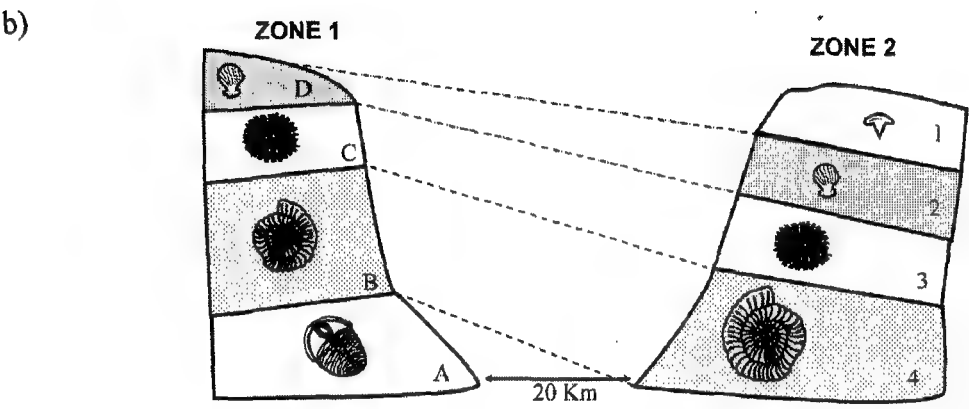
EXERCICE 17

1- a) L'ordre chronologique des différentes couches de la zone I., de la plus ancienne à la plus récente est le suivant :

A - B - C - D.

b) **Principe de superposition** : Une couche sédimentaire est plus récente que celle sur laquelle elle repose et plus ancienne que celle qu'elle supporte, si les couches ont gardé leur ordre de dépôt initial.

2- a) âge de A : Primaire.                      âge de B : Secondaire                      âge de C : Tertiaire.



On peut appliquer l'un des 2 principes, suivant le cas :

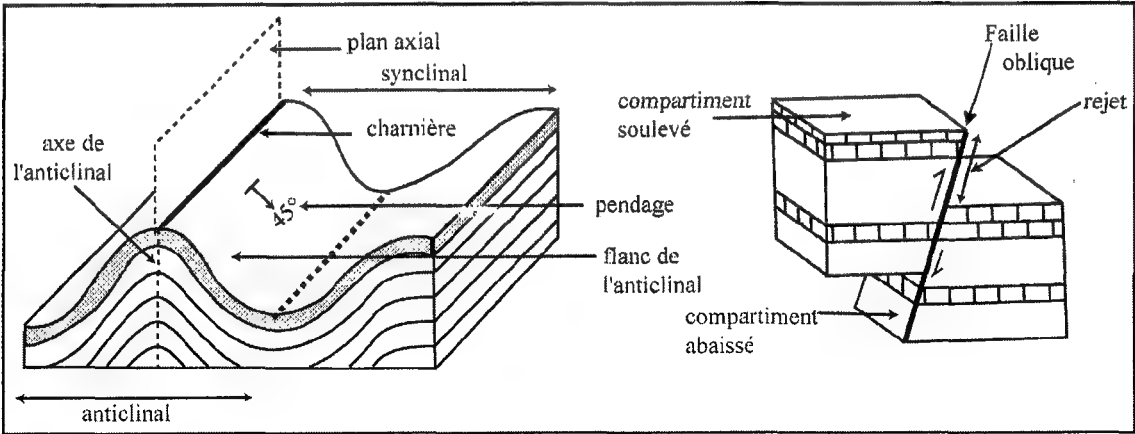
- \* **Principe de continuité** : une couche sédimentaire est de même âge en tous ses points.
- \* **Principe d'identité paléontologique** : les strates qui contiennent les mêmes bons fossiles stratigraphiques ont le même âge ; leurs roches peuvent être de même nature ou de nature différente.

3) Le fossile X qui manque dans la couche 3 de la zone 2 serait un Nummilite en admettant que la couche 3 serait la continuité de la couche C (principe de continuité).  
4) Le fossile « e » est une dent de requin.

L'intérêt du fossile « e » : C'est un fossile de faciès, datant du quaternaire et qui caractérise les conditions d'un milieu de dépôt, en l'occurrence, une mer rappelant nos océans actuels.

EXERCICE 18

- 1- La structure A est une zone surélevée formant un anticlinal (c'est le flanc gauche d'un anticlinal oblique) ; l'accident géologique B est une faille oblique.
- 2- Un anticlinal est un pli ayant une courbure convexe vers le haut.
- Une faille est une cassure affectant des roches du sous sol. La faille B est due à un mouvement latéral de compression.
- 3) NB : Pour la structure A, on représente ici un anticlinal entier et non l'un de ses flancs.



- 4- La strate D est la plus ancienne dans cette série (elle renferme des fossiles F1 datant de l'ère secondaire et qui sont les plus anciens des fossiles retrouvés dans la série) ; la strate C est plus récente que B (elle renferme des fossiles F2 datant de l'ère Tertiaire).
- 5- Le principe sur lequel on se base pour la datation relative s'appelle le principe paléontologique : « les roches qui renferment les mêmes fossiles stratigraphiques sont de même âge ».
- 6- exemple de fossile F1 : Ammonites                      fossile F2 : Cérithes.

EXERCICE 19

- a) Si l'ordre de dépôt initial n'a pas été modifié, le calcaire A se serait déposé suite au dépôt du sable B et par conséquent les sables (B) sont plus anciens que les calcaires A (principe de superposition).
- b) Les Limnées sont des Mollusques gastéropodes vivant dans les eaux douces.
- Les calcaires de la coupe étudiée se sont formés au fond d'un cours d'eau ; leur origine est donc continentale mais non marine.

EXERCICE 20

1-

Roches sédimentaires	fossiles	milieux
argile	encrines	lagune
calcaire		mer
grès	traces de pas de Dinosaures	continent

- 2- a- (voir le tableau précédent).
- b- : \* Au trias inférieur, du grès s'est formé sur le continent.
- \* Au trias moyen, il y a eu une transgression marine et la région a été envahie par la mer et il a eu sédimentation marine du calcaire à encrines.

\* Au crétacé supérieur, la mer s'est retirée (régression marine) laissant place à des lagunes et des marécages où se sont accumulés des sédiments argileux.

3- Les étapes à suivre par le géologue se résument en ceci :

- étudier la nature et les propriétés des roches des sites de la région.
- étudier les fossiles de la région (classifications, comparaison avec les animaux actuels..)
- étudier les faciès (milieux de vie anciens des fossiles trouvés) et en déduire les variations climatiques et géologiques probables qui ont affecté la région durant ces périodes anciennes (paléogéographie).

## EXERCICE 21

1- les paysages sont « vivants » parce qu'ils sont en perpétuel changement :

- L'érosion contribue à façonner les reliefs
- Les mouvements tectoniques modifient les reliefs existants.

2- les modifications paraissent imperceptibles à l'échelle de la vie humaine parce que la plupart des phénomènes géologiques (érosion, sédimentation, diagenèse...) se font en un temps extrêmement long (qui se chiffre en milliers voire des millions d'années).

Seuls quelques phénomènes peuvent se dérouler brusquement en modifiant certaines structures géologiques. Il s'agit des tremblements de terre et du volcanisme.

## EXERCICE 22

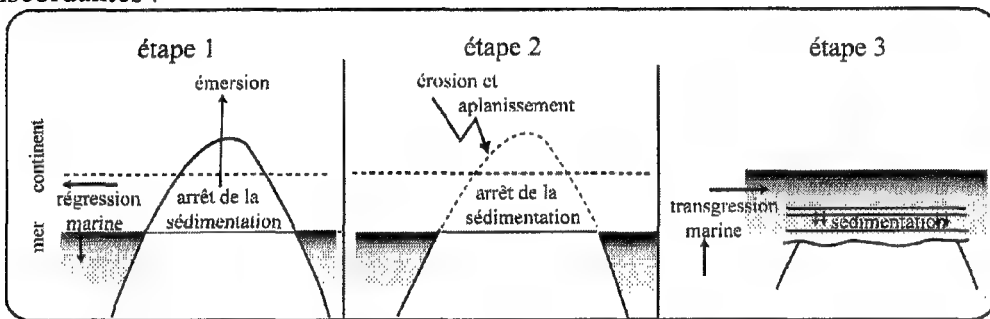
1- Une discordance angulaire est une superposition anormale de 2 séries de couches :

- La 1<sup>ère</sup> série est formée de couches plissées et aplanies par l'érosion ;
- La 2<sup>ème</sup> série est formée de couches horizontales superposées à la 1<sup>ère</sup> série.

2- La discordance est la résultante de plusieurs événements géologiques successifs :

• D'abord une **émersion importante** des roches se trouvant dans les profondeurs des bassins de sédimentation, c'est-à-dire un soulèvement et plissement du continent suivi d'une **régression marine** (recul de la mer) qui met fin à toute sédimentation. Les conséquences de cette émersion seraient la mise à nu des roches, leur attaque par l'érosion et leur aplanissement.

• Une **transgression marine** (avancée de la mer) entraîne une immersion des roches aplanies, suivie d'une **importante sédimentation**, donnant lieu à des couches horizontales discordantes :



cycle sédimentaire

Une discordance est donc le signe d'une coupure séparant 2 périodes de sédimentation successives.

3) Un cycle sédimentaire correspond à la période comprise entre une transgression marine et la régression qui lui succède.

## EXERCICE 23

Dans cette coupe, on voit des couches horizontales de roches sédimentaires en contact avec des couches plissées (ici obliques) qu'elles recoupent brutalement. On dit alors que les

terrains horizontaux sont **discordants** sur les strates plissées. Le principe de superposition est toujours applicable : les couches horizontales sont plus récentes que couches plissées qu'elles surmontent. Ainsi, sur la figure donnée, les couches horizontales sont d'âge secondaire et les couches plissées sont d'âge primaire.

Cette discordance s'explique de la façon suivante : Les terrains primaires, après leur dépôt, ont été déformés par un plissement qui les a fait surgir sous forme d'une chaîne de montagne. L'érosion subséquente a fait disparaître le relief montagneux, aplani la région, sectionné les plis suivant une surface à peu près horizontale (pénéplaine). La mer étant revenue (transgression), des couches nouvelles se sont déposées horizontalement, en discordance, sur les couches précédentes.

NB : Si les couches sont à leur tour plissées et érodées, il peut y avoir superposition de 2 discordances

## EXERCICE 24

1- Le calcaire de la couche C s'est formé dans des cours d'eau (rivière, lac ou fleuve ancien). C'est donc un **calcaire continental** (existence des Limnées et de Planorbes).

2- Le calcaire de la couche A s'est formé dans une mer ancienne (existence des Cérithes).

3- La couche A s'est formée suite à une **transgression marine** (la région a été occupée par une mer peu profonde car l'épaisseur de la couche A n'est pas très importante et parce que les Cérithes actuels vivent dans des zones littorales).

Quant à la couche C, elle s'est formée suite à une **régression marine**. Sur le continent ainsi émergé, des cours d'eau ont pu s'installer au cours des temps géologiques et une **sédimentation** en eau douce s'est faite progressivement.

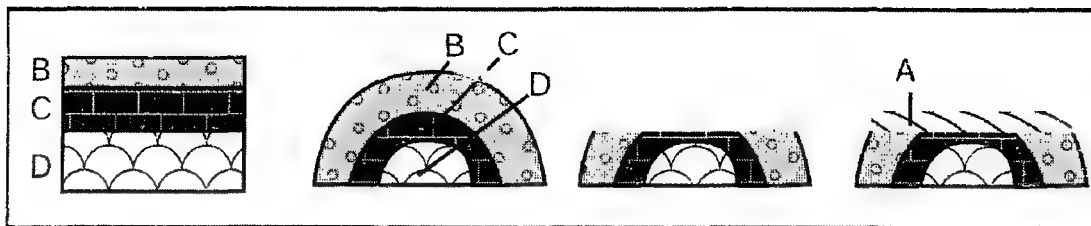
## EXERCICE 25

1- L'ordre de dépôt des couches est le suivant : D puis C puis B puis A.

2- L'ordre des événements qui ont affecté la région est le suivant :

a            c            d            b

1- Les schémas des événements qui ont affecté la région :



4- la couche D date du Primaire (puisque les trilobites sont des fossiles caractéristiques de cette ère).

## EXERCICE 26

Si les sédiments se plissent et émergent des eaux par régression marine, ils ne tardent pas à être attaqués par les agents atmosphériques qui aplanissent les reliefs et donnent une **surface d'érosion** ou pénéplaine. Si la mer revient alors en transgression déposer de nouveaux sédiments sur cette surface plane, on observe une **discordance** (en I et II).

- Dans le bloc-diagramme, on voit une couche horizontale reposer sur une structure plissée, en « fossilisant » une surface d'érosion. La surface supérieure du bloc montre qu'en plan, la couche discordante, disséquée par des rivières, repose indifféremment sur les couches de la série sous-jacente.
- En II, la couche 5 est **discordante et transgressive**, sur les couches 1 à 4 qui ont été plissées et érodées (1).

EXERCICE 27

- 1) Une discordance angulaire est caractérisée par une série de couches horizontales superposées à des couches inclinées et érodées.  
Dans une concordance, les couches sont toutes horizontales ou inclinées, superposées les unes aux autres, sans interruption de la sédimentation.
- 2) a- L'ordre de succession des couches, de la plus ancienne à la plus récente est le suivant :
- \* couche « a » à Trilobites
  - \* couche « b » à Ammonites
  - \* couche « c » à Nummulites
  - \* couche « d » à Pecten
  - \* série horizontale avec couche 3 , puis 2 puis 1.
- b- \*\* **Principe paléontologique** (pour les couches inclinées) : Les couches qui renferment les mêmes fossiles stratigraphiques sont de même âge en tous leurs points.
- \*\* **Principe de superposition** (pour la série horizontale) : Toute couche est plus récente que celle qu'elle recouvre et plus ancienne que celle qui la recouvre, si les strates sont restées en superposition normale.
- 3) a- L'ordre est : D -A - C - B.
- b- D = dépôt d'une série de couches sédimentaire dans un bassin de sédimentation ;  
A = soulèvement et plissement des couches + régression marine ;  
C = érosion et aplanissement des roches ;  
B = transgression marine et sédimentation (dépôt d'une série discordante).
- 4) a- Un fossile est le reste d'un être vivant (animal ou végétal) ou de son activité (traces, œuf, dent...), reste qui s'est conservé dans des sédiments, déposés à une époque lointaine ;
- b-

	Fossile (a)	Fossile (b)	Fossile (c )
Nom du fossile	Trilobite	Ammonite	Nummulite
Age de la couche correspondante	Primaire	Secondaire	Tertiaire

- c- Un mauvais fossile stratigraphique est un fossile dont l'évolution est très lente (ils ont persisté pendant une très longue période) et la répartition géographique est très restreinte ou limitée ; exemple : Ostréa (couche 2).
- d- d1 : Pour la dent de Requin : Suite à la mort de l'animal, sa partie molle se décompose sous l'effet des microbes et finit par disparaître. Seules les parties dures se conservent dans la roche et c'est le cas des dents.
- Pour les traces de pas : L'empreinte se conserve à la surface d'une roche ou d'une strate; il s'agit d'un moulage externe.
- d2- 2 conditions : - une eau calme ; un enfouissement rapide dans des sédiments fins ; milieu anaérobie (privé d'oxygène).
- d3- La dent de Requin est aussi un fossile de faciès, qui indique le milieu de vie et les conditions qui régnaient à l'époque (il s'agit ici d'une mer chaude, très riche en faune marine).

EXERCICE 28

- 1) a- Structure I : anticlinal (flanc) ; Structure II : synclinal ; F : faille.
- b- La faille F est inclinée et normale.
- 2) Les Ammonites et les Trilobites sont des fossiles, c'est-à-dire des restes d'êtres vivants très anciens qui furent enfouis dans des sédiments après leur mort.
- 3)

	âge	Lieu de formation
c	ère Secondaire	Milieu marin
x	ère Primaire	Milieu marin

La couche « c » est plus récente que la couche « x » (d'après la superposition restée normale et d'après les fossiles qu'elle contient. « x » est plus ancienne que « c » (pareillement).

- 4) \* émergence et plissement de la série B ;  
 \* régression marine et fin de la sédimentation ;  
 \* érosion et aplanissement des couches plissées ;  
 \* transgression marine ;  
 \* sédimentation et dépôt de la série A.

## EXERCICE 29

1° La fossilisation est l'ensemble des transformations que subit un être vivant ancien après sa mort. Ce phénomène nécessite un enfouissement rapide dans des sédiments fins et peu aérés (milieu anaérobie).

- 2° \* Etape 1 : l'animal meurt et son cadavre tombe au fond d'un bassin de sédimentation ;  
 \* Etape 2 : la partie molle du corps est décomposée par les Bactéries aérobies ;  
 \* Etape 3 : le reste du cadavre, et en particulier le squelette est enseveli dans des sédiments fins, à l'abri de l'air.

3° Ces 2 régions, géographiquement très éloignées, constituaient à l'ère Secondaire un seul et unique continent, puis il y a eu formation et éloignement de 2 continents (l'Afrique du Sud et l'Amérique du Sud).

4° Le fossile de Dinosaur est un fossile de faciès ; il renseigne sur la paléogéographie (géographie ancienne) c'est-à-dire des limites des mers et des continents anciens.

## EXERCICE 30

Le document représente un pli fortement déversé ou couché avec

- un flanc Ouest (AB) qui présente des couches dans l'ordre où elles se sont déposées : on dit que la série est **normale** (flanc normal).
- un flanc Est (BC) avec une série **inverse** (ou **renversée**) dont la disposition résulte de phénomènes tectoniques.

## EXERCICE 31

1° La figure montre une série de couches sédimentaires horizontales ou presque. La couche 4 se termine en biseau vers la droite, là où la couche 5 est directement superposée à 3. Entre 5 et 3, il existe ici **une lacune stratigraphique**, c'est-à-dire une absence de couche par rapport à la série stratigraphique complète.

2° Cette absence de la couche 4 peut être expliquée de plusieurs manières:

- Elle est due au fait que 4 ne s'est pas déposée qu'en partie en cet endroit à cause du retrait de la mer (régression marine). En effet, lorsqu'il y a régression marine, les dépôts marins sont toujours moins étendus que ceux de la période précédente. Dans ce cas on parle de **lacune par régression marine**.
- La couche 4, s'étant déposée, elle a été enlevée par l'érosion continentale (**lacune par érosion**).

Dans les deux cas, il faut admettre que **la mer s'est retirée** avant le dépôt de la couche 5.

Ainsi, la couche 5 s'est déposée lors d'une **transgression marine** au cours de laquelle les dépôts sédimentaires vont s'avancer au-delà de ceux qui les avaient immédiatement précédés. La couche 5 est donc **transgressive** sur la série sous-jacente.



# TECTONIQUE

## EXERCICE 1

a. Soumis à une même torsion, une barre de craie **se brise** tandis qu'un bloc d'argile **se ploie**.

b. Soumis à un étirement, un bâton de pâte à modeler commence d'abord par **s'allonger** puis finit par **se casser**, tandis qu'une barre de craie **se brise** rapidement.

c. Une canne de verre tordue à froid se brise tandis qu'elle **plie** dans la flamme d'un bec Bunsen.

## EXERCICE 2

1) Un pli est une déformation simple et continue des couches de terrain, résultant de la flexion ou de la torsion des roches.

Un **pli est simple** quand il y a une seule ondulation présentant :

- une partie concave (en forme de cuvette) appelée **synclinal**.
- une partie convexe (en forme de selle) appelée **anticlinal**.
- l'ensemble anticlinal synclinal forme un pli. Parfois, seule l'une des 2 parties existe.

2) la légende : (voir schéma)

3) Dans un pli, les couches présentent en général une zone de courbure maximale appelée **charnière**.

- Les couches inclinées, reliant une charnière anticlinale aux charnières synclinales qui l'encadrent constituent les flancs d'un pli ; on appelle pendage l'angle d'inclinaison de ces couches avec l'horizontale.

4) On observe des plis à toutes les échelles : microplis, miniplis, plis kilométriques.

## EXERCICE 3

a ; d ; e  $\longrightarrow$  2

b  $\longrightarrow$  3

c  $\longrightarrow$  1

## EXERCICE 4

Dans la mer, les sédiments se déposent horizontalement et les différentes couches sont parallèles entre elles. Or, les strates que l'on observe dans la nature sont le plus souvent déformées. Pourquoi ?

Les déformations des roches dépendent toujours de la **nature des roches** et des conditions de **température** et de **pression** auxquelles les roches sont soumises, à la surface ou en profondeur :

\* les roches très plastiques (argile, marnes ...) réagissent le plus souvent en se plissant, il s'agit de **déformations souples**.

**NB.** : Lorsque les roches plastiques se trouvent entre des roches dures, elles se comportent comme un lubrifiant, facilitant leur plissement. Les roches salines sont également souples et glissent aisément formant les fameux plis diapirs.

\* Les roches compactes et dures (calcaire par exemple), même si elles sont de même nature, réagissent différemment selon leur position dans l'écorce terrestre :

- En **surface**, elles ont un comportement **cassant**, la température étant relativement faible et les pressions subites. On obtient des roches **faillées**, souvent superficielles.
- En **profondeur**, elles ont un comportement plutôt **souple** (là où il y a une température élevée rendant les matériaux plus souples et une forte pression agissant très lentement, sur des dizaines de millions d'années) .

La profondeur est le domaine des plis à grands rayons de courbure.

## EXERCICE 5

1) Les failles sont des **cassures planes** affectant les couches de roches suivant une direction précise (on les appelle également des **déformations cassantes**, contrairement aux plis qui sont des déformations souples).

Ces cassures se font toujours avec déplacement plus ou moins important des 2 compartiments situés de part et d'autre du **plan de faille** (ou plan de cassure). La dénivellation indiquant ce décalage s'appelle **rejet**.

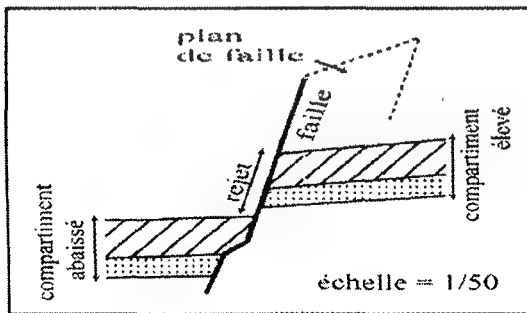
2) Les doc.1 et 2 représentent respectivement une faille normale et une faille inverse.

La légende : 1- plan de faille      2-compartiment élevé      3- compartiment abaissé ; 4- miroir de faille      5- rejet.

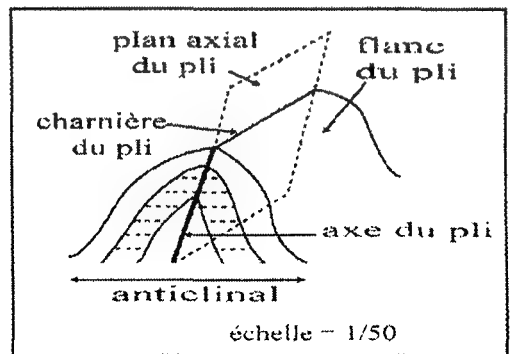
NB : Pour le doc.2, le rejet n'est pas signalé dans la légende.

## EXERCICE 6

1 - 2 - 3 - 4



réponses: 1 - 2 - 3 4



5- Calcul du rejet :

- sur le croquis, le rejet est de 1 cm.
- L'échelle étant de 1/50, on a :  $\epsilon = \frac{l}{L} \Leftrightarrow$

$$L = \frac{l}{\epsilon} = 1 \times 50 = 50\text{cm}$$

Le rejet sur le terrain est donc de 50cm.

6- voir légende ci-dessus.

7- Une faille est une **fracture** de l'écorce terrestre de part et d'autre de la quelle les deux compartiments séparés ont subi un déplacement relatif appelé **rejet**.

Le plan de rupture, selon lequel s'est réalisé le déplacement, est qualifié de **plan de faille**.

Lorsqu'une partie de ce plan a été dégagée par l'érosion, on le qualifie de **miroir de faille**.

8- Il s'agit d'une déformation **cassante ou faille**. Le compartiment en surplomb pour rapport au plan de faille étant abaissé, il s'agit d'une faille **directe ou normale**. Elle est le résultat de **mouvements d'extension**.

5- voir légende ci-dessus.

6- Les plis sont des ondulations plus ou moins serrées des couches de terrains, formant des bombements ou **anticlinaux** ou des cuvettes ou **synclinaux**.

La **charnière d'un pli** est la ligne passant par les points de courbure maximale d'une couche. On définit le **plan axial du pli** comme la surface qui passe par l'ensemble des charnières ; ce plan sépare les deux flancs du pli.

7- Il s'agit d'une déformation **souple** ou pli. Comme l'axe de pli est **oblique**, il s'agit d'un pli **déversé**, dû à des **forces de compression**.

8- s'agit d'un pli **déversé**, dû à des **forces de compression**.

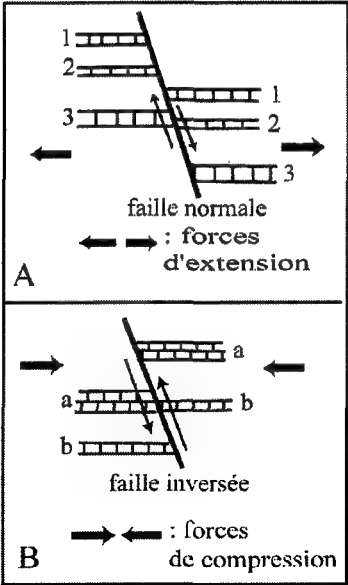
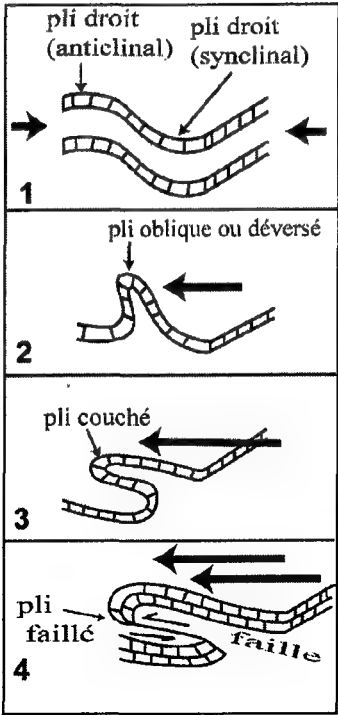
EXERCICE 7

a → 2                      b et c → 1  
d → 3                      e → 3                      f → 4

EXERCICE 8

a et b) : figures en face.

- c) \* formation d'un pli déversé puis couché.
- \* étirement au niveau du flanc inversé puis cassure des couches dans la zone étirée.
- \* formation d'un pli faillé.

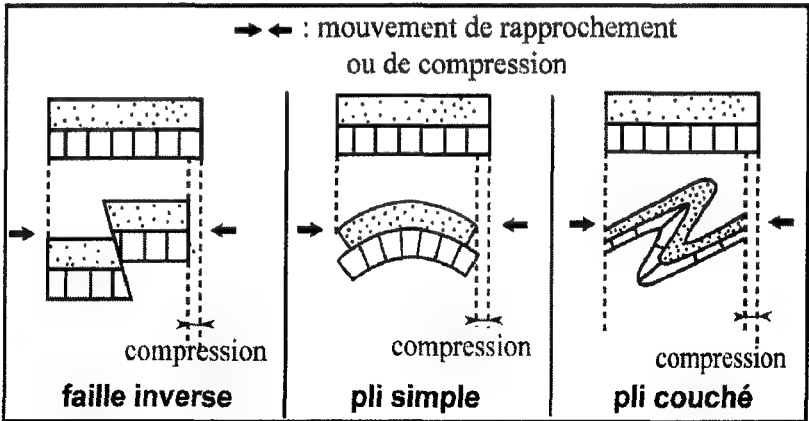
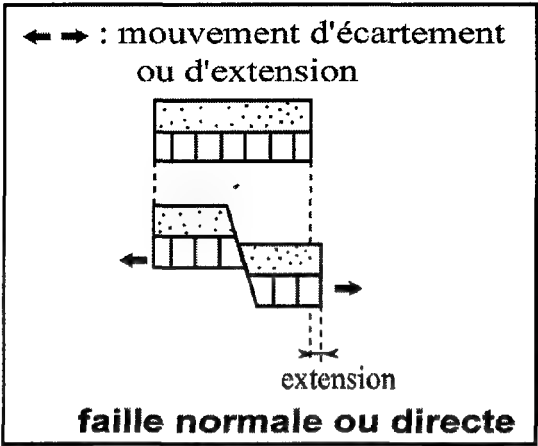


EXERCICE 9

1- Les mouvements d'extension ou d'écartement entraînent un allongement horizontal des terrains, avec amincissement vertical, et se traduisent dans le paysage par les failles normales ou directes.

Les mouvements de compression ou de rapprochement entraînent un raccourcissement horizontal, avec épaissement vertical, et se traduit par des plis et/ou des failles inverses.

2- L'observation sur le terrain des caractères de ces différents types de structures est, pour le géologue, une précieuse indication de la profondeur ainsi que des conditions de pression et de température auxquelles les roches ainsi déformées ont été soumises au cours de leur histoire.



## EXERCICE 10

Les plis sont expliqués par la mise en jeu de **poussées latérales** (ou tangentielles) :

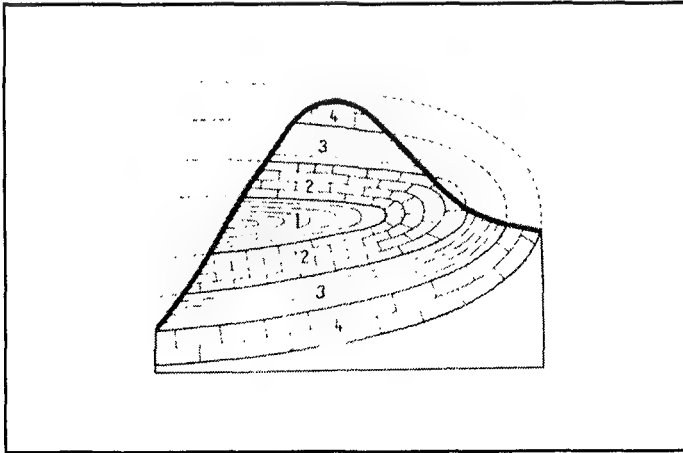
\* Une série de couches horizontales devient **ondulée** et **plissée** si elle subit des **compressions latérales** (ou mouvements de rapprochement), d'**origine interne** qui tendent à réduire la longueur des strates et à les surélever. La forme des plis dépend de l'**intensité** et de la **direction** des pressions latérales :

\* Des pressions **équilibrées**, égales des deux côtés, produisent des **plis droits**.

\* Une poussée qui s'exerce plus fortement d'un côté que de l'autre, produit des plis déversés ou couchés vers la région où la pression était la plus faible. Parfois même l'inégalité des poussées est telle que les couches s'**étirent**, puis se **rompent**, formant des **plis-failles** et des **nappes de charriage**.

## EXERCICE 11

Au début les couches étaient horizontales puis elles ont été affectées par des forces latérales de compression qui en fait un **pli couché**. Ainsi la couche 1, la plus ancienne se trouve au milieu de la série plissée. Cet ordre (de 1 à 4 et à fortiori de 1 à 6 vers le bas) n'est pas conforme au principe de superposition.



## EXERCICE 12

a- Doc.1 : titre : faille oblique inversée (le compartiment abaissé étant au-dessous de la faille). Il y a raccourcissement des terrains par rapprochement des 2 compartiments. On peut évaluer le déplacement par le rejet horizontal.

1- Rejet      2- Compartiment abaissé      3- Compartiment élevé.

Doc.2 : titre : plis (anticlinal et synclinal)

1- plan axial du pli      2- charnière      3- axe du pli      4- flanc du pli  
5- pendage du pli      6- synclinal      7- anticlinal

## EXERCICE 13

1° A= pli droit      B = pli déjeté      C= pli déversé      D = pli couché

2° Le cœur d'un pli est la couche qui affleure au centre de ce pli ;

NB : Les couches qui entourent le cœur du pli forment les **flancs**. Suivant les pendages de ces derniers, on distingue des **plis droits, déjetés, déversés et couchés**.

3° La **surface axiale** (ou le plan axial) du pli est celle qui passe les charnières des couches formant les plis.

4° L'**axe du pli** peut se définir, sur une carte, comme la ligne qui passe par le "cœur du pli".

## EXERCICE 14

1° Une faille est une cassure de terrains du sous-sol. Le plus souvent, on observe que les compartiments ont glissé le long d'un plan, on a alors une **faille**.

Le déplacement du compartiment se nomme **rejet**.

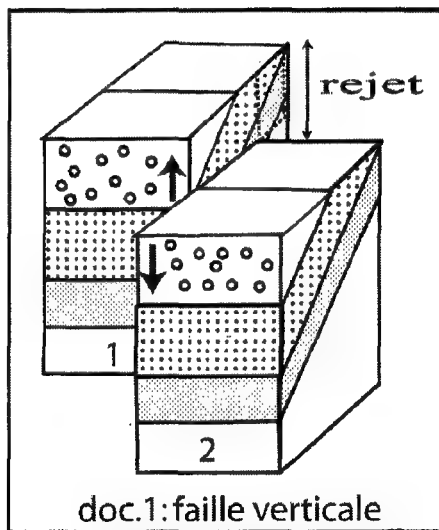
Lorsque le mouvement s'effectue dans le sens horizontal, il s'agit d'un **décrochement**.

2° Les failles peuvent être **verticales** ou **obliques**.

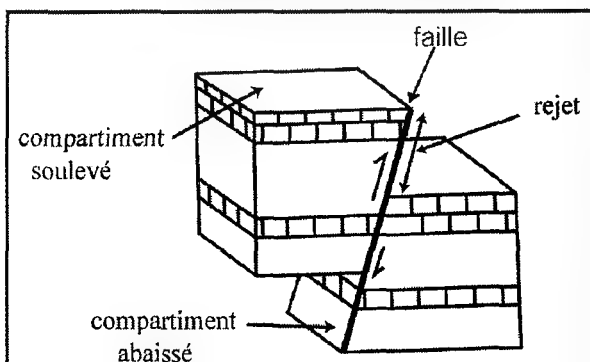
Les **failles obliques** peuvent être :

- **normales (ou directes)** lorsque le compartiment abaissé est situé **au-dessus** du plan incliné que forme la faille. Elles sont le résultat d'une **distension** (allongement du terrain).

- **inverses**, lorsque le compartiment abaissé se trouve **au-dessous** du plan incliné que forme la faille. Elles sont le résultat d'une **compression** (raccourcissement du terrain).



doc.1: faille verticale



doc.2: Faille oblique

## EXERCICE 15

Pour réaliser cette mise en évidence pratique de ce phénomène, il est nécessaire de disposer de deux tickets de transport, comportant une bande colorée dans le sens de la longueur (ticket de métro par exemple).

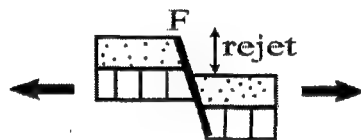
- On trace sur une feuille de papier un trait repère, vertical.

- On colle un ticket de transport de façon que son bord gauche soit aligné sur le repère vertical.

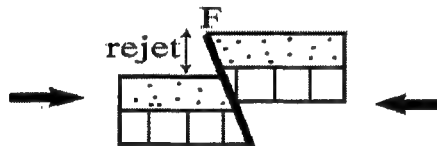
- On coupe en biais le second ticket et on décale chaque moitié en utilisant la bande colorée comme repère, puis on colle les deux morceaux sous le premier ticket en alignant le bord gauche sur le repère vertical.

a- Pour obtenir une **faille inverse**, les 2 moitiés du second ticket doivent **se chevaucher**. C'est le résultat de **forces de compression** (schéma d'interprétation n°1).

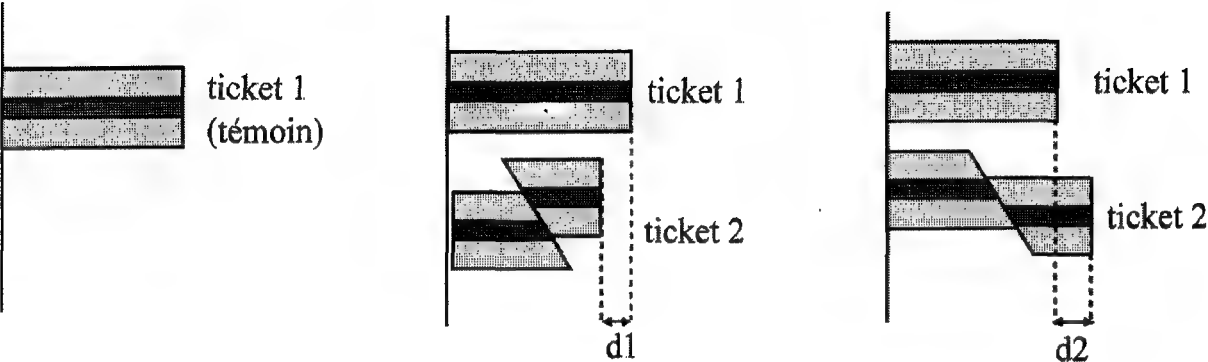
b- Pour obtenir une **faille normale**, les 2 moitiés du second ticket doivent être écartés: C'est le résultat de **forces d'extension** (schéma d'interprétation n°2).



doc.3: Faille oblique normale



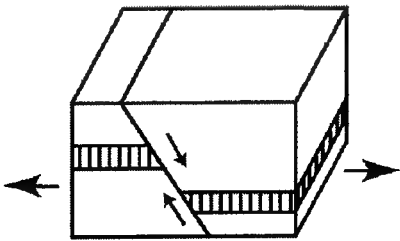
doc.4: Faille oblique inverse



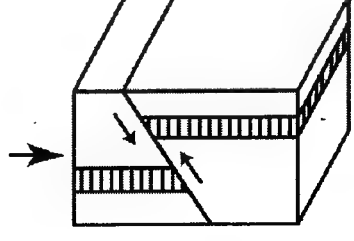
**Faïlle inverse**  
(Forces de compression)

**Faïlle normale**  
(Forces d'extension)

- Faïlle normale : les points en contact initialement s'écartent (extension).
- Faïlle inverse : les points en contact initialement se chevauchent (compression) :



Faïlle normale



Faïlle inverse

**EXERCICE 16**

On distingue 3 types de failles :

1) **Les failles normales :**

Ce sont des fractures affectant des ensembles rocheux et séparant 2 compartiments dont l'un, (celui situé au-dessus du plan de cassure) est **abaissé** par rapport à l'autre. Ces failles résultent de **mouvements d'écartement** ou (**forces d'extension horizontale**).

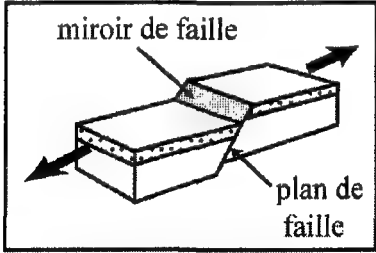
NB: Les failles normales décalent les terrains en gradins (fossés d'effondrement, rifts médioocéaniques, rifts africains (programme de 3<sup>e</sup> A).

2) **Les failles inverses ou chevauchantes:**

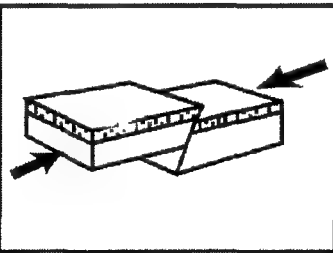
Ce sont des déformations cassantes qui décalent les couches avec recouvrement d'un compartiment par l'autre, le compartiment situé au-dessus du plan de cassure étant remonté. Les failles inverses résultent de **mouvements de rapprochement** ou forces de **compression horizontale**. On les rencontre dans les chaînes de montagne.

3) **Les failles coulissantes ou horizontales :**

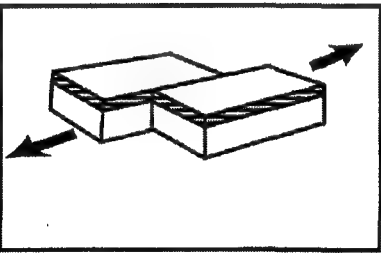
Elles sont provoquées par un cisaillement et responsables de **déplacements horizontaux** de couches de terrains. On les rencontre surtout dans les parties superficielles de l'écorce terrestre ou sous-sol..



1-faïlle normale due à une extension



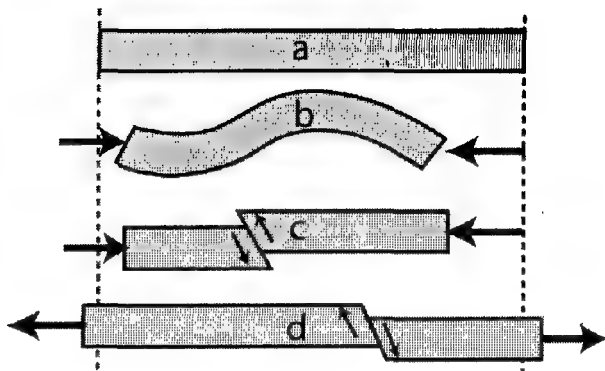
2- faille inverse due à une compression



3- faille coulissante provoquée par un cisaillement

**EXERCICE 17****a : aspect initial****b : pli****c : faille inverse** (structure en compression).

Il y a raccourcissement des terrains  
par chevauchement d'un compartiment  
sur l'autre.

**d : faille normale** (structure en distension). Il y a allongement des terrains.**EXERCICE 18**

a) Faille verticale

b) Faille directe ou normale

c) Faille inverse ou chevauchante

**EXERCICE 19**

1- Une roche rigide peut avoir un comportement souple à grande profondeur et/ou lorsque les contraintes sont très lentes (> 100 000 ans).

2- Le diapir est une déformation souple. La roche saline qui fait intrusion dans les couches sédiments a l'aspect d'un dôme.

3- Les failles affectent surtout les couches plissées (pli-faille).

4- Les failles verticales sont produites par les effondrements ou les soulèvements dus à des forces verticales.

5- Vrai.

6- En profondeur, la température interne et la pression rendent les matériaux plus souples, c'est le domaine des plis et non des failles.

7- Vrai.

8- Le début est correct. La 2<sup>e</sup> idée est fausse : cette faille résulte d'une compression.

9- Un pli-faille résulte de la rupture du flanc inverse du pli.

10- Les failles horizontales ou coulissantes sont le résultat de forces de cisaillement ; les forces de compression engendrent des failles inverses horizontales.

**EXERCICE 20**

1 → a

2 → b

3 → a.

**EXERCICE 21**

Une faille est une cassure affectant une série sédimentaire, avec mouvement d'un compartiment par rapport à l'autre.

Âge de la faille F : la faille F est postérieure aux couches A, B et C ; elle est antérieure aux couches D et E qui sont discordantes sur les autres.

**EXERCICE 22**

1° Un pli est une ondulation de couches de terrains, ayant pris naissance sous l'effet de contraintes horizontales. Il comprend un axe anticlinal et un axe synclinal. Lorsque l'érosion l'attaque, il se crée une pénéplaine puis le dépôt de couches discordantes. Les suites de ces événements peuvent être datés les uns par rapport aux autres

2° Âge du pli : Il est postérieur de la couche C et antérieur à la couche discordante D.

## EXERCICE 23

1- La couche 1 est plus ancienne que 2 et cette dernière est plus ancienne que 3 :

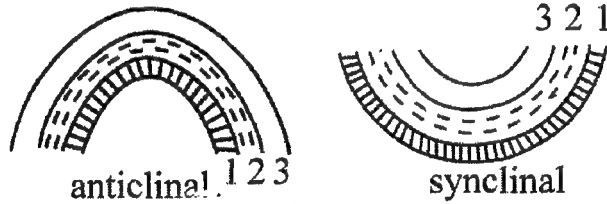
$$\text{Age } 1 > \text{âge } 2 > \text{âge } 3$$

Principe de superposition : une couche est plus ancienne que celle qui la recouvre.

2- \* Le cœur d'un anticlinal est occupé par la roche la plus ancienne d'une série sédimentaire

\* Le cœur d'un synclinal est par contre occupé par la roche la plus récente d'une série sédimentaire.

Inversement, on peut déduire la nature du pli (anticlinal ou synclinal) à partir de l'âge des couches occupant son « cœur ».



## EXERCICE 24

Les strates de ce terrain étaient sensiblement horizontales au moment de leur formation (au fond d'une mer par exemple). Dans un premier temps, elles ont dû subir un plissement grâce à des mouvements de **compression ou de rapprochement**. Comme les déformations de ces terrains sont cassantes (faible profondeur, forces de compression importantes), elles ont dû subir, dans un 2<sup>e</sup> temps **une cassure**. On obtient ainsi une **faille inverse** avec chevauchement de l'un des compartiments sur l'autre, le compartiment situé au-dessus du plan de faille étant remonté..

## EXERCICE 25

1. Les terrains 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 forment une série plissée (flanc d'un synclinal). Cette série est recoupée par l'intrusion de la roche 1 (granite).

\* La mise en place du granite (roche 1) est donc postérieure à la roche la plus récente coupée, soit la 8 (Principe de recoupement).

\* La faille F est postérieure à la dernière roche coupée (8) et antérieure à la mise en place de la roche 1 (granite).

\* Les couches 9, 10 et 11 sont discordantes sur l'ensemble précédent : elles sont donc plus jeunes que la roche 8 et que la roche 1 (celle-ci étant érodée avant la mise en place de 9).

\* Le volcan et sa coulée (roches volcaniques 12) sont postérieurs à la roche 11.

L'âge relatif des terrains est donc, des plus anciens aux plus récents : 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, ensuite il y a eu un plissement, puis une faille, puis l'intrusion de la roche 1 puis le dépôt des roches 9, 10, 11 et enfin l'apparition de 12 :

Soit l'ordre suivant : 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 1, 9, 10, 11, 12.

Le document 2 représente un trilobite, espèce caractéristique de l'ère primaire (de - 600 Ma à - 250 Ma).

2. on peut proposer les grands faits de l'histoire géologique de cette région :

- Dépôt en milieu marin (mer Primaire) de sédiments argilo-calcaires (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)
- Plissement de la série (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) puis faille (F) ;
- Intrusion du pluton granitique ;
- Erosion intense de toutes les séries plissées précédentes (après leur émergence) ;
- Transgression marine datant du Tertiaire (- 55 Ma) ; mais on n'a pas de données précises sur ce qui a pu se passer au Secondaire ;
- Période volcanique.



## EXERCICE 26

1. a- La ramification R2 recoupe la faille : la faille est plus ancienne que R2 et à fortiori que R1.  
b- R1 est de même âge que R2 et R2 est antérieure à 7 et 8, donc elle est postérieure à R1.
2. a- \* La faille affecte les couches 1 à 6. Elle est donc postérieure à la mise en place et au plissement de cette série sédimentaire ;  
\* La faille est recouverte par la couche 8. Elle est donc antérieure à cette couche transgressive, et par conséquent à la transgression marine.  
b- Le compartiment de droite est monté par rapport à celui de gauche. La faille est donc verticale.
3. \* Dépôt des couches 1, 2, 3, 4, 5, 6, dans cet ordre.  
\* Plissement de ces couches en anticlinal.  
\* Formation de la faille.  
\* Mise en place du pluton granitiques et de ses ramifications R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>.  
\* Érosion de l'ensemble suite à son émergence ;  
\* transgression marine et mise en place des couches 8 et 9.

## EXERCICE 27

1° L'affleurement montre des couches inclinées, recouvertes par des couches horizontales. Une telle disposition est appelée **discordance angulaire**.

2° Dépôt de la série A - Soulèvement des terrains et plissement. - Régression - Erosion - Transgression - Dépôt de la série B.

3° a) La série B est plus récente que la série A ( voir question 2). On peut dire que le plissement est postérieur à la plus jeune des couches obliques (couche 6) et antérieur à la plus ancienne des couches horizontales discordantes.

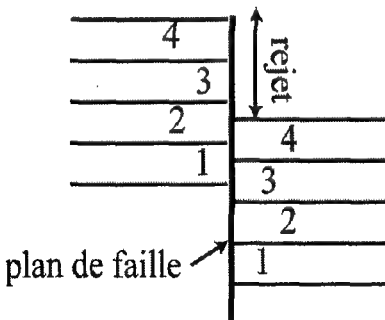
b) Les couches de la série B sont toutes horizontales et se sont, en principe déposées dans l'ordre que l'on voit sur la coupe, c'est-à-dire la couche la plus ancienne étant la plus profonde. C'est le principe de superposition qu'on peut appliquer pour la datation relative des strates horizontales.

**Principe de superposition :** Lorsque 2 couches n'ayant pas subi de déformations sont superposées, la plus profonde est la plus ancienne.

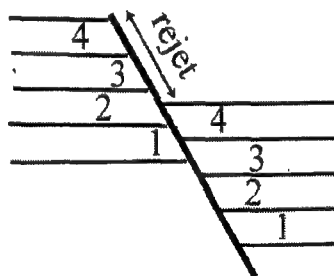
## EXERCICE 28

1° Il s'agit d'une faille inverse ou chevauchante parce que le compartiment abaissé se trouve au dessous du plan de faille.

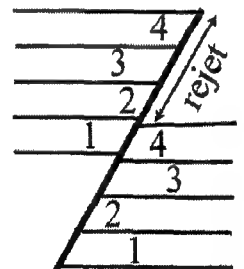
2°



a) Faille verticale.



b) Faille normale



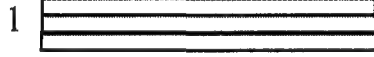
c) Faille inverse

## EXERCICE 29

1. Les couches inférieures qu'on observe sur la coupe ne sont pas initialement obliques mais plutôt horizontales. Ce n'est qu'après leur soulèvement et leur plissement par des phénomènes internes qu'elles ont eu cette allure.
2. Les couches horizontales du sommet sont dans la position où elles se sont déposées : ce sont des couches transgressives, c'est à dire déposées sur une pénéplaine aplatie par l'érosion.
- 3.

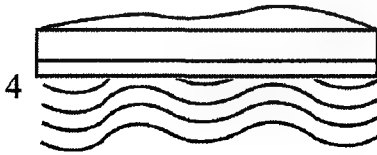
dépôt des couches

sédimentaires inférieures



plissement des couches  
sédimentaires inférieures

érosion des plis



dépôt des couches  
sédimentaires supérieures

Plusieurs phénomènes importants permettent d'interpréter la coupe :

- Les couches sédimentaires inférieures ont été déposées dans un bassin sédimentaire puis elles ont été plissées en une succession d'anticlinaux et synclinaux.
- Ces structures ont dû émerger (par régression marine) et l'érosion s'est ensuite attaquée à leur sommet, ce qui a permis d'obtenir les couches obliques et aplanies qu'on observe sur la coupe.
- Une transgression marine a dû recouvrir ces structures et des sédiments se sont déposés sur la pénéplaine. C'est une discordance angulaire.

## EXERCICE 30

- 1- Une déformation tectonique (pli ou faille) affecte une série sédimentaire ; elle est postérieure à la mise en place de celle-ci.
- 2- Lorsque une série stratigraphique est recoupée par une deuxième (par exemple un diapir), celle-ci est postérieure à la première série.
- 3- Lorsqu'il existe un discordance entre une série plissée et une série horizontale, l'événement tectonique qui a plissé les couches inférieure est antérieur aux couches horizontales.
- 4- Lorsque des strates sont affectées par un pli, celui-ci est postérieur à leur dépôt.
- 5- Lorsqu'une roche contient des fragments provenant d'une autre roche, ces fragments sont antérieurs à la roche qui les contient.
- 6- Une faille est postérieure à la dernière couche qu'elle affecte.
- 7- Une faille est antérieure aux strates qui la recouvrent.
- 8- Un plissement est postérieur aux strates horizontales qu'il affecte.

## EXERCICE 31

1) a) le pli existant au jebel Goraa est coiffé d'un lambeau de terrain formé de strates calcaires incurvées, dont la concavité est tournée vers le ciel. On voit que seules les strates d'un synclinal présentent cette disposition. Mais où est l'anticlinal correspondant ?

b) Le pli d'Ech Chouichet est un anticlinal, les strates qui le constituent étant convexes.

2) En principe, un synclinal doit être un creux et un anticlinal doit être un bombement. Or, le pli du synclinal du Jebel Goraa est plus élevé que l'anticlinal du Jebel Ech Chouichet. On dit que Jebel Goraa forme un synclinal perché : cette structure particulière est due à la nature des roches constituant ces plis. Remarquons que le cœur du pli d'Ech Chouichet ainsi que les flancs de ce dernier sont formés de roches relativement tendres qui ont été attaquées par l'érosion et qu'il ne subsistent que des couches calcaires assez résistantes. Par contre, le cœur du synclinal de Jebel Goraa est formé d'un calcaire dur qui a protégé la roche tendre sous-jacente.

## EXERCICE 32

Les événements géologiques qui ont marqué la région dans laquelle cette coupe a été faite sont, dans l'ordre chronologique de leur déroulement :

- 1) Une sédimentation marine importante, réalisée des millions d'années auparavant dans un bassin sédimentaire (mer, océan...), aboutit à des dépôts de couches à peu près horizontales.
- 2) Mouvements tectoniques → formation de plis et de failles (ces dernières peuvent avoir le même âge que les plis ou survenir plus tard).
- 3) Régression marine suivie d'une érosion des strates plissées jusqu'à dénivellation totale (formation d'une pénéplaine).
- 4) Transgression marine et dépôt de nouveaux sédiments, discordants sur les couches plissées et érodées.
- 5) Formation de volcans par éruptions volcaniques répétées.

## EXERCICE 33

1° A : plissement postérieur au dépôt de 4, antérieur au dépôt de 5.

B : faille postérieure à 3, antérieure à 4.

C : intrusion postérieure à 3, antérieure à 4.

2° I : Les plis sont postérieurs au dépôt de 4, antérieurs à l'intrusion du diapir..

II : Il y a ici deux phases de plissement ; la première est postérieure au dépôt de 4 et antérieure au dépôt de 5, la deuxième est postérieure au dépôt de 6.

La faille est postérieure à 3 (et peut-être à 4) et antérieure à 5.

III : La faille  $F_1$  est postérieure à 4 et antérieure à  $F_2$ .

Le filon magmatique Q est antérieur à  $F_1$  (donc à  $F_2$ ).

# LA CARTE GEOLOGIQUE

## EXERCICE 1 :

Une **carte géologique** est la représentation, sur un fond topographique, des terrains qui affleurent à la surface du sol ou qui ne sont cachés que par une faible épaisseur de formations superficielles récentes (sols, etc.) généralement non figurées.

Ces terrains sont désignés par des notations et généralement affectés de couleurs qui indiquent leur âge géologique quand on le connaît (cas général des terrains sédimentaires).

La signification des notations et des couleurs est donnée dans la légende de chaque carte.

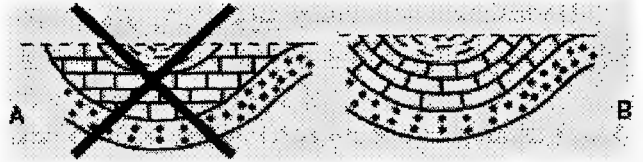
## EXERCICE 2 :

Une **coupe géologique** représente la coupe verticale des strates et des structures géologiques du sous-sol. A la différence du profil topographique dont tous les points sont dessinés à partir de la carte, la coupe géologique exige une certaine part d'hypothèse; on doit en effet représenter des terrains cachés en profondeur en n'en connaissant que la partie qui affleure.

## EXERCICE 3 :

Le trait de coupe étant tracé, on trace le profil topographique, puis on repère sur le bord supérieur de la feuille de papier millimétré, les limites des affleurements géologiques. Ces points sont ensuite abaissés sur le profil topographique et à partir de ces points on dessine la section des terrains.

Notons que les traits des figurés doivent suivre les limites des couches et non l'horizontale actuelle:



A : figurés incorrects

B : figurés corrects et disposés parallèlement ou perpendiculairement aux couches.

## EXERCICE 4

La construction d'une coupe géologique est une opération délicate où l'hypothèse, l'imagination et le bon sens interviennent constamment.

Le soin et la méthode sont également recommandés : ils sont indispensables si l'on veut éviter les confusions (mauvais repérage, erreur de couches) qui rendent parfois la coupe impossible à terminer et à comprendre.

Résumons en quelques points la marche à suivre dans le cas général :

- 1) On choisit l'emplacement de la coupe et on l'indique d'un trait.
- 2) On exécute le profil topographique, on l'oriente et on met l'échelle.
- 3) On examine la carte géologique. On repère, s'il y a lieu, les discordances, les principaux accidents (failles, plis...).
- 4) On dessine à l'échelle la colonne stratigraphique des terrains traversés par le trait de coupe, en indiquant, le cas échéant, les discordances.
- 5) On fait un schéma rapide au brouillon de la coupe géologique.
- 6) On reporte les affleurements traversés par le trait de coupe sur le profil topographique en indiquant sur le bord supérieur du papier millimétré les notations de ces affleurements.
- 7) On entame alors la coupe géologique proprement dite.

NB : Il faudra toujours commencer par dessiner les terrains **les plus récents**, mais, si des contacts anormaux les affectent, il faudra auparavant représenter ces derniers. Chaque ensemble limité par les contacts anormaux sera traité comme une structure indépendante dont on commencera la construction par les couches les plus récentes.

8) On donne à chaque couche un figuré correspondant à la nature de la roche.

9) On achève la coupe en indiquant, en légende, la signification des figurés et des notations. On met quelques cotes ou sites repères, le nom de la carte, l'échelle des distances horizontales.

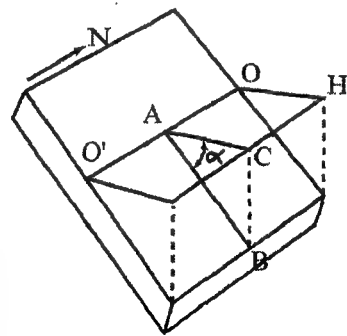
10) S'il y a lieu, on reprend l'ensemble à l'encre de chine sur du papier calque.

## EXERCICE 5

On appelle pendage d'une couche en un point donné l'angle dièdre de cette couche avec un plan horizontal H.

Sa valeur est égale à ( $0 \leq \alpha < 90$ ) de la ligne de plus grande pente AB et de l'horizontale située dans le même plan vertical.

Plus  $\alpha$  est grand et plus le pendage est fort ; plus  $\alpha$  est petit et plus le pendage est faible ; une couche horizontale a un pendage nul.



## EXERCICE 6

1 → b

2 → e

3 → a

4 → d

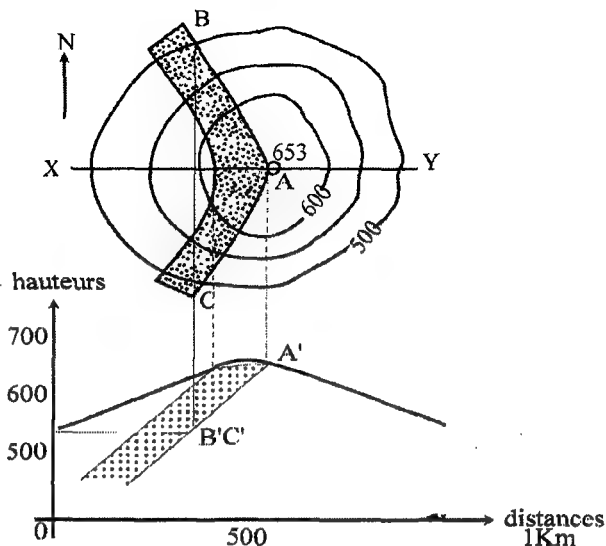
5 → c

## EXERCICE 7

A droite : bloc-diagramme correspondant au même cas et montrant dans l'espace les positions des 3 points A, B et C.

La surface topographique montre qu'il s'agit d'une petite colline (dont le sommet correspond au point coté 653). L'extrait de la carte géologique montre un affleurement traversant cette colline et dont les limites ont, dans l'ensemble, une orientation N.S. L'affleurement marque une nette inflexion en V dont la pointe est opposée au sens du pendage. Les pointes du V, dirigées vers l'W, indiquent que les couches sont toutes de même sens. Quel sens ? Pour répondre à cette question, nous prendrons trois points non alignés sur une des limites de la couche, tels que deux d'entre eux aient la même altitude et le troisième une altitude différente. Ce sont les points A, B et C, A étant à 650 m, B et C à 500 m. avec A à l'E de B et C. Ces 3 points définissent un plan dont le pendage est celui de la couche.

Dans le cas de la figure, le point A étant le plus haut, la ligne de plus grande pente qui en part est la hauteur du triangle qui passe entre B et C (voir bloc diagramme) : le pendage de la couche est donc dirigé dans ce sens, en l'occurrence vers l'W (A, point haut, est en effet à l'E des points bas B et C).



## EXERCICE 8

Il s'agit de délimiter les affleurements c'est-à-dire l'épaisseur des couches au niveau de la coupe AB, puis, grâce aux pendages indiqués et compte tenu des épaisseurs des couches, on dessine la coupe géologique (coupe ci-contre) :

Commentaire : Remarquons sur la carte que

- Les affleurements sont concentriques et plus ou moins allongés : il s'agit d'une structure **plissée**. Le terrain le plus ancien est J<sub>1</sub>, le plus récent J<sub>5</sub> (voir légende des énoncés).

- La couche la plus ancienne (J<sub>1</sub>) étant au centre du pli, il s'agit d'un **anticlinal**.

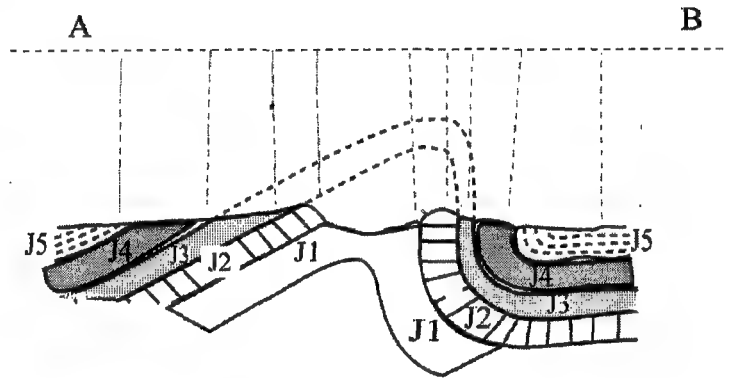
- La structure correspond à un pli dont les couches affleurent largement du côté Ouest alors qu'elles sont beaucoup plus étroites du côté Est. Il s'agit donc d'un **pli dissymétrique**.

### Coupe AB :

• Du côté de A, les couches présentent de nettes inflexions en forme de V ; de même, le pendage est assez faible et tourné vers l'W.

• Près de B, les couches les affleurements des couches sont presque rectilignes : les couches sont donc verticales (comme l'indique d'ailleurs un signe de pendage). On en conclut que la structure est, au niveau de AB, en forme d'un **anticlinal dissymétrique déjeté**.

.NB : pour dessiner l'anticlinal, il faut commencer par les couches les plus récentes, J<sub>5</sub> et J<sub>4</sub>, et non par le cœur comme on serait tenté de le faire.



## EXERCICE 9

Il est possible, avant même de commencer une coupe, d'avoir une idée approximative de la structure ; **ce rapide examen est indispensable** et il est utile, de plus, de l'appuyer par un schéma fait au brouillon. Remarquons ceci :

- Les affleurements sont concentriques et plus ou moins allongés : il s'agit de structure **plissée**. Le terrain le plus ancien est J<sub>5</sub>, le plus récent n<sub>3</sub> (voir légende).

- La structure montre en son cœur la couche la plus récente n<sub>3</sub> : c'est donc un **synclinal**.

Les différentes étapes de la construction de la coupe géologique AB sont :

• On dessine le profil topographique.

• On indique sur celui-ci les limites des couches après avoir abaissé les intersections des limites géologiques et du trait de coupe AB (étape I).

• Connaissant les épaisseurs des terrains (colonne stratigraphique à droite de la figure), on commence à indiquer les pendages des couches n<sub>3</sub> et n<sub>2</sub> (étape II).

• Il faudra dessiner en premier lieu la couche la plus récente n<sub>3</sub>, c'est-à-dire celle qui est au cœur du synclinal.

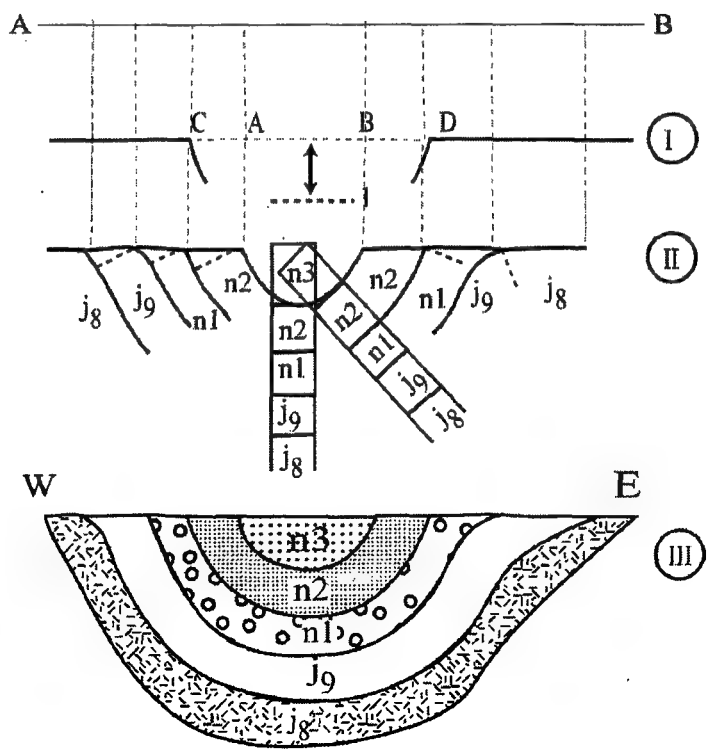
NB : Le pointillé 1 marque l'épaisseur maximale que peut avoir la couche n<sub>3</sub>.

Remarquons qu'il n'est pas possible de placer avec une grande précision la limite inférieure de n<sub>3</sub>, dont on sait seulement qu'elle passe entre la surface topographique et le pointillé 1. Cependant la forme arrondie du synclinal conduit à dessiner des couches ayant même allure, ce qui nous oblige à donner à n<sub>3</sub> presque toute son épaisseur.

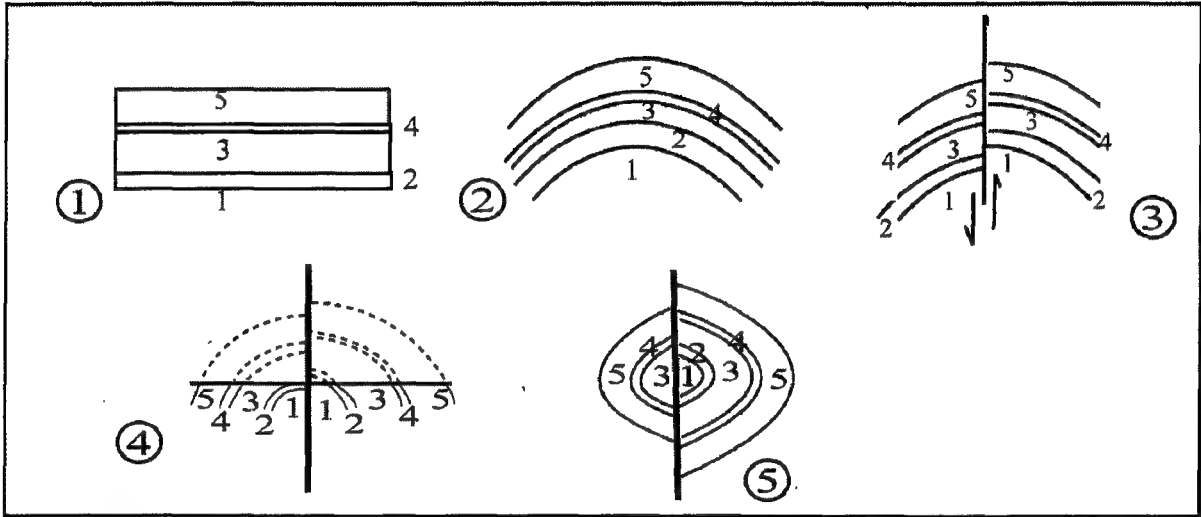
• On figure les amorces des autres couches en s'aidant, pour respecter leurs épaisseurs, d'un petit rectangle de papier représentant, à l'échelle, la série stratigraphique. On remarque que,

sur le trait de coupe, les couches de même âge présentent, de part et d'autre du cœur synclinal, des largeurs d'affleurement à peu près égales (le relief n'intervenant pas ici).

- On dessine toutes les autres couches en suivant l'allure générale de la couche **n3** (étape III).
- La coupe est terminée et complétée avec des figurés.



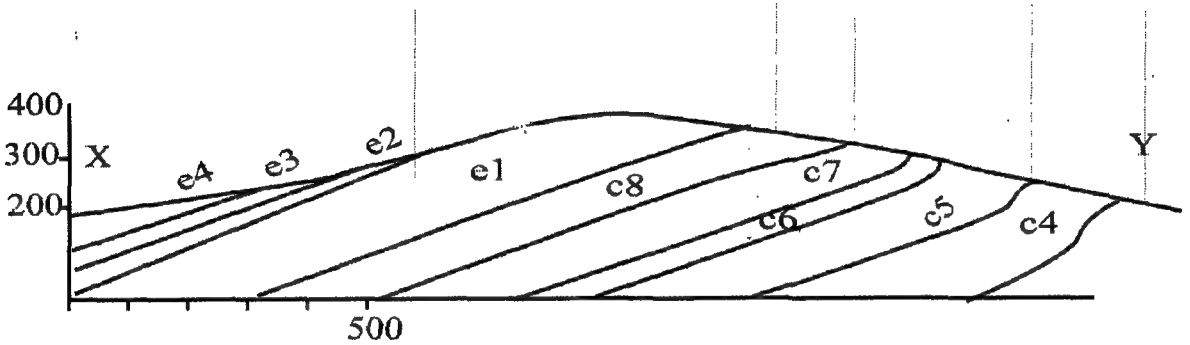
EXERCICE 10



EXERCICE 11

La surface topographique est proche de l'horizontale. Il s'agit d'une colline allongée (dont le sommet correspond au point coté 385), entaillée par deux vallons peu profonds, l'un vers l'W, l'autre vers l'E.

L'extrait de la carte géologique montre un certain nombre d'affleurements dont les limites ont, dans l'ensemble, une orientation N.S mais marquent une nette inflexion en V. Les pointes, dirigées vers l'W, indiquent que les couches sont toutes de même sens. Quel sens ?



- Les couches ne sont donc pas verticales.
- Elles ne sont pas non plus horizontales, car leurs contours ne sont pas parallèles aux courbes de niveau.
- Elles plongent toutes vers l'W. même si les pendages varient localement. La structure est donc **monoclinale**.

Les observations précédentes montrent qu'il est possible, avant même de commencer une coupe, d'avoir une idée approximative de la structure ; **ce rapide examen est indispensable** et il est utile, de plus, de l'appuyer par un schéma fait au brouillon.

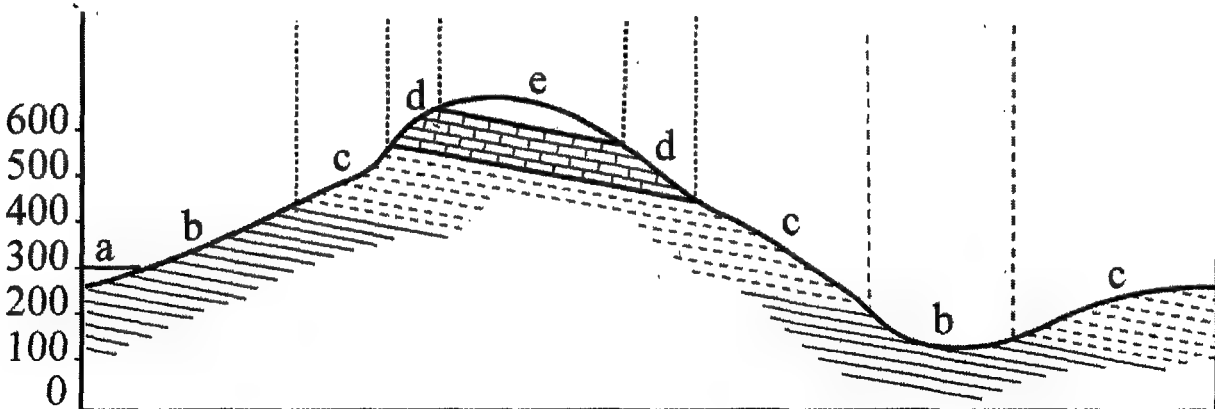
Par où commencer le dessin ? Une règle pratique est à suivre : **il faut toujours débiter en dessinant les couches les plus récentes.**

## EXERCICE 12

1° Etablissement d'une carte géologique :

- On dessine d'abord le profil topographique en utilisant les courbes de niveau :
- On indique les affleurements des couches géologiques observés sur la carte puis on abaisse leur contour sur le profil topographique.
- On trace ensuite approximativement les contours géologiques

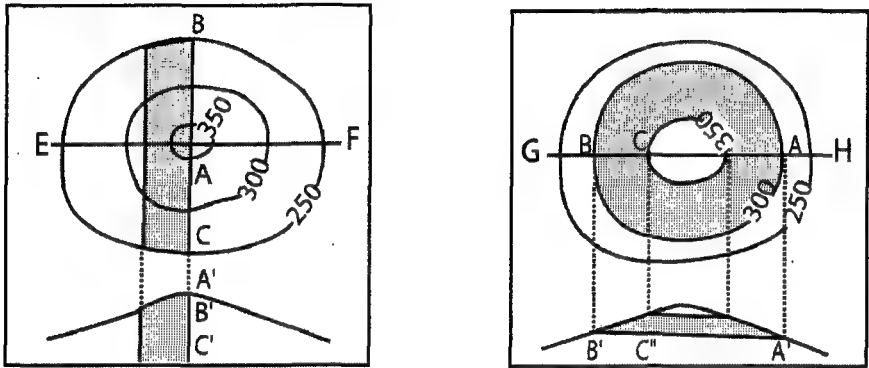
2° La coupe géologique :





EXERCICE 13

A gauche, couche verticale : elle traverse la colline d'une façon rectiligne.



A droite, couche horizontale : ses limites sont parallèles aux courbes de niveau ; les trois points A, B et C sont à la même altitude.

**Coupe EF :** la couche représentée sur la carte traverse la petite colline d'une manière rectiligne (B, A et C sont alignés en projection mais non dans l'espace, car A est plus haut que B et C). On a ici une **couche verticale** puisque A n'est ni à l'W ni à l'E de BC.

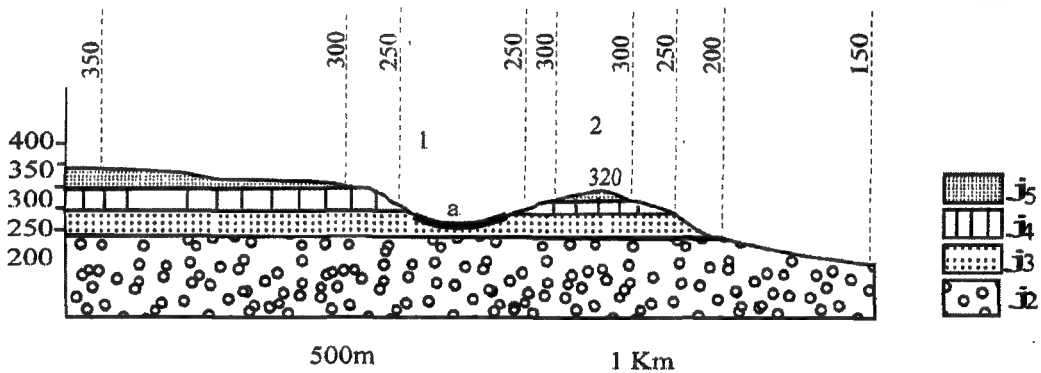
Remarquons que les couches verticales auront toujours sur une carte une allure rectiligne et vise versa et ce, quel que soit le relief, puisque la projection d'un plan vertical sur un plan horizontal est forcément une ligne droite.

**Coupe GH :** On voit que les limites de la couche sont parallèles aux courbes de niveau. Par suite tous leurs points sont à même altitude, comme le sont, en particulier, les trois points A, B et C pris arbitrairement. On a donc ici une **couche horizontale**.

EXERCICE 14

Dans la partie ouest, l'affleurement de J<sub>4</sub> est, sur toute sa longueur, sensiblement parallèle aux courbes de niveau 250 m et 300 m, ce qui indique un pendage très faible vers l'W. Il en est le même pour les autres couches J<sub>3</sub> et J<sub>5</sub> qui présentent des pendages très faibles vers l'W.

Ainsi, l'ensemble des couches (J<sub>2</sub> à J<sub>5</sub>) présentent, sur une certaine étendue, des pendages de même sens, légèrement inclinées vers l'ouest et presque horizontales. On a une **structure monoclinale**.



La couche dure J<sub>4</sub> détermine une rupture de pente (1 sur la coupe).

La cote 320 montre une butte témoin (2).

NB : les alluvions (a) datant du quaternaire récent n'interviennent pas dans la structure géologique ; c'est un simple placage superficiel que l'on représente habituellement par un trait plus épais.

EXERCICE 15

- 1° En examinant la carte, on s'aperçoit immédiatement que deux ensembles sont en contact :
- Le premier est constitué par la couche e2. A en juger par sa faible épaisseur comparée à la largeur de ses affleurements, la couche e2 doit être sensiblement **horizontale**.
  - Le second est formé par les couches J8, J9, n1, n2 et n3. Celles-ci sont concentriques et allongées ; elles forment **des plis** :
- \* un pli ayant pour coeur la roche n3, la plus récente de la formation plissée : il s'agit d'un **synclinal**.
  - \* un pli ayant pour coeur la roche J8, la plus ancienne de la formation plissée : il s'agit d'un **anticlinal**.

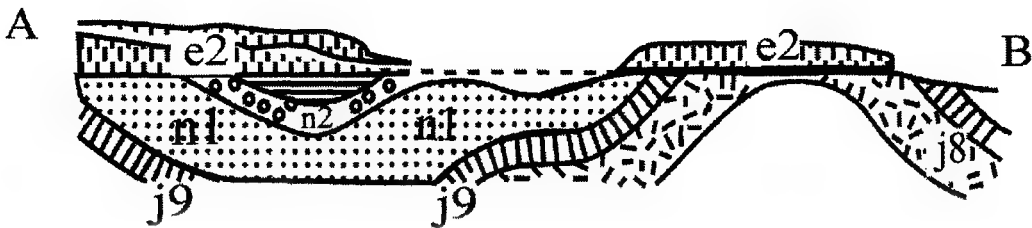
Les pendages indiqués sur la carte ainsi que la comparaison des largeurs d'affleurement et des épaisseurs respectives en témoignent.

Remarquons également que la formation plissée apparaît directement au fond de la vallée, sans la couche horizontale e2 qui a été entaillée par l'érosion. La couche horizontale e2 est donc superposée à la formation plissée. On a ainsi mis en évidence la **discordance** de la couche horizontale e2 sur des couches antérieures plissées.

Soulignons que la formation discordante est obligatoirement **plus récente** que les terrains plissés sous-jacents.

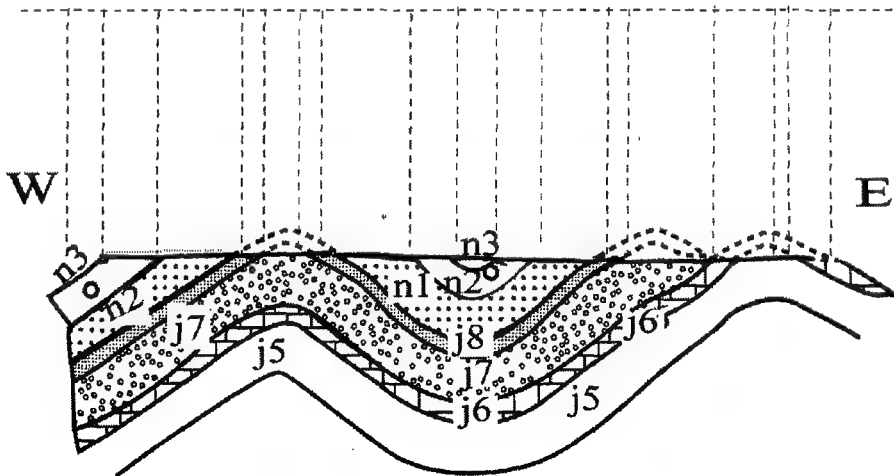
2° Dessin de la coupe : La même règle servira toujours : on dessine d'abord les couches les plus élevées (ici e2) jusqu'à la surface de discordance où commencent en général les principales difficultés. En effet il va falloir représenter des terrains cachés. Il sera donc nécessaire d'imaginer leur tracé sous les terrains discordants, ce qui revient à enlever ces derniers par la pensée. Ainsi on aura à faire une interpolation qui consistera à dessiner le trajet le plus probable de la partie cachée d'un contour en reliant deux de ses points connus à l'affleurement. C'est ce qui a été tracé en tirets sur la carte.

On abaisse ensuite ces limites, non pas sur la surface topographique, mais sur la surface de discordance (qui est en fait la surface topographique avant le dépôt de la couche discordante et correspond à la base de celle-ci). Il ne reste plus qu'à dessiner les structures plissées.



EXERCICE 16

Les affleurements sont concentriques et plus ou moins allongés : il s'agit de **structure plissée**. Le terrain le plus ancien est J5, le plus récent C1 (voir légende).



La structure 1 (coin SW de la carte) nous montre successivement de gauche à droite  $J_7$ ,  $J_6$ ,  $J_5$  puis de nouveau  $J_6$  et  $J_7$ . Cette structure au cœur de laquelle affleure la couche la plus ancienne est donc un **anticlinal**.

Il en est de même pour la structure 3 (à l'E) qui nous montre successivement de gauche à droite  $J_8$ ,  $J_7$ ,  $J_6$ ,  $J_5$  puis de nouveau  $J_6$  et  $J_7$ ... Cette structure au cœur de laquelle affleure la couche la plus ancienne est aussi un **anticlinal**.

Au contraire, la structure 2 (vers le Nord de la carte), montre en son cœur la couche la plus récente ( $C_1$ ) : c'est donc un **synclinal**.

Les pendages indiqués s'accordent avec ces déductions.

### Conclusions :

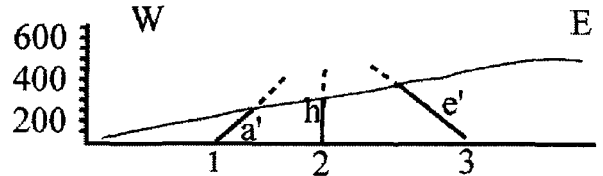
- D'une façon générale, les couches plissées montrent des affleurements concentriques et plus ou moins allongés.
  - Dans les anticlinaux les couches les plus anciennes affleurent au centre ; dans les synclinaux, au contraire, ce sont les couches les plus récentes.
- C'est cette règle que l'on doit utiliser sur une carte géologique.
- NB : Ceci est vrai pour des séries normales. Dans le cas, relativement rares, de plis affectant des séries renversées, c'est l'inverse qui se produit.

## EXERCICE 17

\* Pour 1, le pendage est dirigé vers l'W parce que le point a, le plus bas du contour, est plus à l'W que b et c.

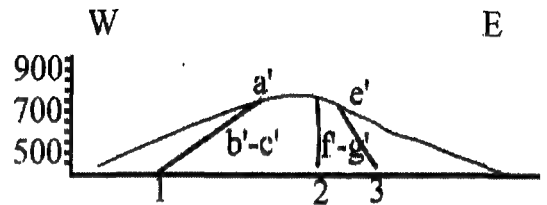
\* Pour 3, le pendage est dirigé vers l'E parce que e est plus bas et plus à droite que f et g.

\* Pour 2, le pendage est vertical parce que le point h est aligné avec i et j, sur la carte mais non dans l'espace.



## EXERCICE 18

Les pendages des plans donnant les contours 1, 2 et 3, peuvent être déterminés par l'allure de ces derniers par rapport à la colline qui culmine à plus de 900 m



\* Pour 1, le pendage est dirigé vers l'W parce que le point a est plus haut et plus à l'E que b et c.

\* Pour 3, le pendage est dirigé vers l'E parce que le point e est plus haut et plus à l'W que f et g.

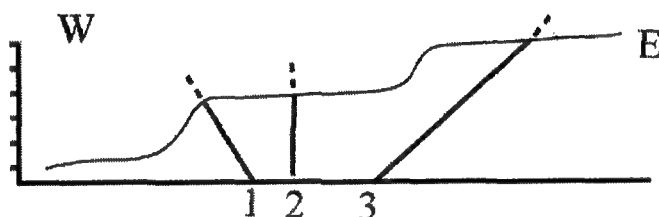
\* Pour 2, le pendage est vertical parce que h est aligné avec i et j, sur la carte mais non dans l'espace.

On peut fixer la grandeur du pendage en projetant sur le plan de la coupe, les points b et c, d'une part (en b' - c'), et f et g, de l'autre (en f' - g'). On peut aussi, ce qui revient presque au même, considérer le triangle abc où a est à un peu plus de 850m d'altitude, b et c à 700 m, et la distance horizontale entre a et bc de 250 m. Ceci donne un pendage de  $35^\circ$ .

Il est possible de tenir le même raisonnement pour le contour 3 qui correspond à un pendage plus fort ( $60^\circ$ ).

## EXERCICE 19

- Le contour 1 est rectiligne entre a et b, non seulement sur le plan de la carte, mais aussi dans l'espace car tous ses points sont à la même altitude. Le sens du pendage est donc ici indéterminé.

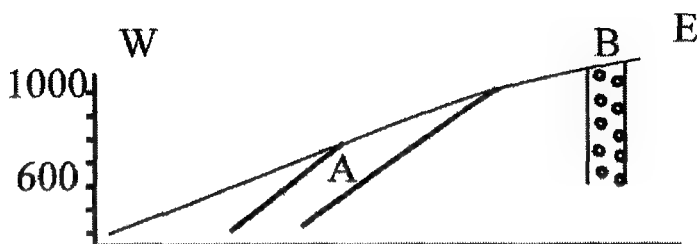


Cependant, cette indétermination peut être levée car, entre b et c, le contour s'oriente vers l'E, en rapport avec une brusque dénivellation de 200 m : le point c étant plus bas et plus à l'E que le point b, le pendage est obligatoirement **tourné vers l'E**.

- Le contour 2 est rectiligne en plan mais non dans l'espace, d et e, par exemple, étant à des altitudes différentes. Il définit donc un plan qui ne peut être que **vertical**.
- Le contour 3 est comparable au contour 1, mais le pendage du plan qui lui est relatif est **orienté vers l'W** car le point g est plus bas et plus à l'W que le point f.

## EXERCICE 20

Cet exercice montre deux couches A et B, limitées chacune par deux contours. Ceux de la couche A montrent une inflexion importante à la traversée de la vallée. Les points les plus bas des inflexions, situés au fond de la vallée étant plus à l'W que les autres points des contours, cette couche A plonge vers l'W. Pour dessiner celle-ci avec son pendage exact, il faut respecter son épaisseur.



La couche B est verticale et son tracé ne pose pas de problème, remarquons qu'alors sa largeur d'affleurement est égale à son épaisseur, soit 150 m.

## EXERCICE 21

La représentation correcte correspond à la figure B du document 2.

En A (doc.2), l'affleurement correspond bien à ce qu'on observe sur la carte, mais la couche 1 en surface, recouvre 2 et 3 plus récentes  $\Rightarrow$  la disposition des couches n'est pas conforme à ce que montre la carte.

En C (doc.2), la position relative des couches est correcte, mais l'affleurement ne correspond pas à ce qu'on voit sur la carte.

Conclusion : Il s'agit d'un **synclinal**.

# LES RESSOURCES EN EAU

## EXERCICE 1 :

1- A la surface du globe, l'eau occupe de superficies considérables. L'essentiel des eaux se trouve dans les **océans**, et la plus grande partie des eaux douces sont emprisonnées dans les **calottes glaciaires**, ou s'écoulent en profondeur dans les **nappes d'eau souterraines**.

Ainsi la fraction mobile des eaux à la surface du globe (fraction active des eaux souterraines, eaux des rivières, eaux des lacs et vapeur atmosphérique) ne constitue qu'une **faible** partie du volume total.

2- Les eaux des pluies, de la neige, de la glace sont des eaux douces, c'est-à-dire pauvres en sels minéraux dissous (0,5 gramme par litre au maximum). L'eau tombée sur le sol connaît trois destinations :

- elle **ruisselle** à la surface du sol sans pénétrer et rejoint les **eaux de surface** (rivières, fleuves, lacs)
- elle **s'évapore** dans l'atmosphère, soit à partir du sol, soit à partir des végétaux qui l'ont absorbée ;
- elle **s'infiltre** dans le sol et atteint les roches du sous-sol pour former les **eaux souterraines** ; ces eaux circulent par des réseaux complexes de fissures, jusqu'à ce qu'elles soient arrêtées par une roche imperméable, formant alors des **nappes souterraines**.

Au cours de son trajet souterrain, l'eau se débarrasse de ses impuretés comme si elle traversait un filtre. Ces eaux profondes peuvent parfois réapparaître à la surface donnant naissance à une **source**.

3- Les moteurs des mouvements de l'eau sont **l'énergie solaire** et la **gravité** ; ils sont à l'origine du cycle de l'eau.

L'énergie solaire transforme l'eau en **vapeur** et provoque son ascension dans les couches supérieures de l'atmosphère ; là, une grande partie se condense dans les nuages qui sont entraînés par les vents. Sous l'action de la gravité, les particules d'eau tombent en pluie ou en neige à la surface du sol. Une partie alimente les cours d'eau, l'autre pénètre dans le sous-sol et s'écoule dans les aquifères.

4- Le cycle de l'eau : Il est sous la dépendance de nombreux facteurs (**climatiques, orographiques, géologiques...**) : Animé par l'énergie solaire (évaporation) et la gravité (précipitations, ruissellement, infiltration); il s'accomplit à des vitesses variables, très lentes dans le cas de certaines nappes captives où les eaux sont « fossilisées ».

NB : La connaissance de la circulation de l'eau dans un écosystème est indispensable à une gestion rigoureuse des ressources en eau potable.

## EXERCICE 2 :

- 1) roche perméable : le sable.    Roche imperméable : l'argile ou la marne.
- 2) une roche poreuse est celle qui absorbe l'eau (l'eau y pénètre) : le sable, l'argile à sec est poreuse)
- 3)

Propriétés Roches	Roche meuble	Roche poreuse	Roche perméable	Roche réservoir (aquifère)
Argile	non	oui	non	non
Sable	oui	oui	oui	oui
Calcaire	non	non	en grand	+ ou -

## EXERCICE 3

- 1) La **porosité totale** est la quantité d'eau qui est contenue dans les pores d'une roche.  
La **porosité efficace** est la quantité d'eau mobile contenue dans une roche, c'est-à-dire celle qui peut être prélevée.  
La **perméabilité** correspond à la vitesse à laquelle l'eau circule au sein d'une roche.
- 2) Le tableau montre que la roche présentant la porosité totale la plus élevée est l'**argile**. Or la perméabilité de l'argile est la plus faible. On peut donc en déduire que **la perméabilité ne dépend pas de la porosité totale**.  
En revanche, le tableau montre que la perméabilité des différentes roches est croissante, parallèlement à leur porosité efficace. On peut donc penser que **la perméabilité dépend de la porosité efficace**.
- 3) Pour qu'une roche constitue un aquifère, il faut qu'elle contienne suffisamment d'eau mobile et que sa perméabilité soit élevée. Le classement des roches du tableau en fonction de ces deux critères serait donc : 1 : sable et gravier ; 2 : calcaire 3 : craie ; 4 : sable fin ; 5 : granite ; 6 : argile.

## EXERCICE 4

La pénétration de l'eau dans le sous-sol est conditionnée par la **perméabilité** des roches qui s'y trouvent. En fonction de ce critère de perméabilité, les roches peuvent être classées en 3 catégories :

**a) Roches poreuses, mais imperméables :** Ce sont des roches largement ou totalement **argileuses**, où l'eau est solidement fixée par absorption dans des pores minuscules. La circulation y est nulle ou insignifiante. Bien que ces roches soient **cohérentes**, donc théoriquement fissurables, leurs pores se referment rapidement par gonflement du matériau.

**b) Roches poreuses, perméables en petit :** Ces roches, perméables dans toute leur masse, comportent un très grand nombre de tubulures ou de canalicules, contournés et anastomosés à l'infini. Ce sont elles qui renferment les réserves d'eau mobilisables les plus fréquentes. Certaines sont **meubles** (sables, graviers, cailloutis, etc...), mais on rencontre également dans cette catégorie des roches cohérentes qui présentent, en plus de cette porosité interstitielle, une porosité de **fissures** (grès, craie, calcaires ...).

**3) Roches non poreuses, perméables en grand :** Ces roches (carbonatées, gypse...) sont compactes et pratiquement imperméables à l'échelle de l'échantillon. Pourtant, elles offrent à l'eau des voies de pénétration et de circulation et ce, grâce à leurs **fissures**. Celles-ci peuvent s'agrandir par dissolution, conduisant à la morphologie karstique. (gouffres, galeries, grottes...).

## EXERCICE 5

1) Le sable, roche **poreuse** et très **perméable** permet, grâce aux interstices, aux espaces vides existant entre ses grains, de **stocker** l'eau (**roche réservoir**), et de la laisser **circuler**. Le sable constitue donc un **bon aquifère**.

D'autres roches non poreuses, telles que la **craie**, le **calcaire**, le **marbre**, le **granite** ect ... sont **compactes** et **imperméables**. Cependant elles peuvent être **fissurées**. Les fissures offrent alors un passage facile à la pénétration et à la circulation de l'eau. On les considère aussi comme de **bons aquifères**.

2) L'**argile** et la **marne**, sont des roches poreuses à sec, mais deviennent **imperméables** lorsqu'elles sont mouillées : L'eau peut pénétrer entre les éléments mal soudés de la roche, et va être fortement retenue par absorption dans des pores de très petites dimensions. Les particules vont gonfler et la circulation de l'eau y devient alors nulle ou insignifiante.

Les argiles et les marnes ne peuvent pas donc constituer des aquifères.

3) Certaines roches telles le calcaire, la craie sont compactes et imperméables à l'échelle de l'échantillon mais qui peuvent être perméables à l'échelle de la couche géologique parce

qu'ils présentent le plus souvent des **fissures** dans lesquelles l'eau peut être stockée ou circuler.

## EXERCICE 6

L'eau souterraine est contenue dans les vides des roches. Le stock d'eau dépend du volume des vides existants à l'intérieur des roches. Ces vides sont de 2 sortes :

- Les **pores** : ils appartiennent à la roche elle-même et on parle de **porosité de la roche**.
- Les **fissures** qui parcourent les massifs rocheux.

La porosité est variable d'une roche à l'autre (le sable est meuble et plus poreux que le calcaire. Celui-ci peut être fissuré alors que le 1<sup>er</sup> ne peut l'être)

Pour un même volume de roche, **plus la porosité de la roche est élevée, plus la capacité de stockage de l'aquifère est importante** (un aquifère courant peut contenir de 1 à 10 millions de mètres cubes d'eau par km<sup>2</sup> de superficie).

## EXERCICE 7

Toute nappe souterraine se caractérise par de l'eau qui circule, même si l'écoulement est très lent. En effet, pour exploiter l'eau d'un aquifère, il faut que l'eau circule faute de quoi un puits dans lequel on aurait prélevé de l'eau resterait à sec.

La circulation de l'eau d'un aquifère dépend de la **nature de la roche réservoir** : une roche est dite **perméable** lorsqu'elle laisse circuler l'eau dans ses pores ou ses fissures. Inversement, c'est l'existence de **pores** ou de **fissures** qui permet la circulation de l'eau et donc la perméabilité de la roche.

On considère qu'on ne peut récupérer l'eau d'un aquifère que lorsque sa perméabilité permet à l'eau d'avoir une vitesse de circulation d'eau moins 9 cm/jour. Dans les roches poreuses (sable) la vitesse d'écoulement est de l'ordre de 1 à 10 m/jour. Elle est beaucoup plus grande dans les roches fissurées.

## EXERCICE 8

\* Certaines roches telles que les **sables** sont **meubles** (formées de grains libres), qui laissent entre eux des espaces inter-granulaires ou **pores** dans lesquelles l'eau peut s'infiltrer et circuler librement. De telles roches sont dites « **perméables en petit** »; on dit aussi qu'elles ont un « **porosité en petit** ».

\* D'autres roches, comme les **calcaires**, sont **imperméables** au niveau de l'échantillon mais ce n'est plus vrai si l'on considère l'aquifère ou le massif calcaire dans son ensemble, parce qu'il présente de multiples **fissures** et des **fractures** de tailles variées dans lesquelles l'eau peut s'accumuler et circuler. On parle alors de perméabilité ou **porosité « en grand »**.

## EXERCICE 9

Entraînées par la pesanteur, les eaux superficielles (pluies, fonte de la neige...) s'infiltrent dans le sol et le sous-sol; elles descendent ainsi jusqu'à ce qu'elles rencontrent une couche imperméable, couche d'argile par exemple. Elles s'accumulent alors au-dessus de ce niveau imperméable en occupant les **pores** et les **fissures** des couches perméables sus-jacentes et forment ainsi ce que l'on appelle une nappe **souterraine** ou **nappe aquifère**.

## EXERCICE 10

1- **Aquifère** (du latin aqua : eau et fere : transporter) signifie une formation sédimentaire dont les roches sont soit **poreuses** et **perméables**, soit **fissurées**, donc qui sont capables de :

- \* **Stocker (emmagasinier)** des quantités appréciables d'eaux souterraines (roches réservoirs), surtout qu'elles reposent toujours sur une couche imperméable.
- \* Permettre la **circulation** de l'eau et donc sa récupération (puits, sondages, sources)

2- **Nappe phréatique** (du grec phrea = puits): signifie nappe d'eau **superficielle** soumise à la pression atmosphérique, directement alimentée par les pluies et généralement atteinte par les puits.

La nappe phréatique est le premier niveau d'eau rencontrée dans le sous-sol.

**N.B.** : une nappe phréatique est une **nappe libre** puisqu'elle atteint naturellement son niveau piézométrique.

3- **Nappe libre** : c'est un aquifère qui affleure (nappe phréatique) ou qui n'est surmonté que par des couches sédimentaires perméables c'est à dire un aquifère qui ne rencontre aucun obstacle imperméable limitant son développement vers le haut.

Le niveau piézométrique est dans ce cas situé au sein de l'aquifère et marque la limite supérieure de la zone saturée d'eau, elle même en équilibre avec la pression atmosphérique.

4- **Nappe captive** : c'est un aquifère généralement **profond**, limité à sa base (mur) et à son sommet (toit) par 2 couches sédimentaires **imperméables**, la couche supérieure étant plus basse que le niveau piézométrique. Ainsi l'aquifère est saturé sur toute sa hauteur et l'eau y est maintenue **sous pression** (sa pression est en tous les points supérieure à celle de la pression atmosphérique).

## EXERCICE 11

1) **Le niveau piézométrique** (de piézo = pression) : c'est le niveau supérieur atteint par l'eau dans un puits foré dans une nappe libre. Il indique donc le niveau supérieur de la zone saturée en eau dans un aquifère. Ce niveau est **réel** pour les nappes libres mais reste **fictif** pour les nappes captives.

\* Le niveau piézométrique est rarement horizontal, il suit souvent le relief, élevé au niveau des collines et abaissé au niveau des vallées.

\* Le niveau piézométrique n'est pas fixe ; ses variations renseignent sur le degré de remplissage de la roche réservoir.

\* Lorsque le niveau piézométrique recoupe la surface du sol, l'eau s'écoule, c'est une **source**.

\* Le niveau piézométrique est donc le résultat d'un équilibre entre le gain d'eau alimentant la nappe et la perte d'eau au niveau des sources et des exutoires.

2) **La surface piézométrique** ou toit ou limite supérieure de la nappe : c'est l'ensemble des niveaux piézométriques mesurés en différents points, à une période donnée de l'année.

Elle correspond à une surface d'équilibre où la pression de l'eau est égale en tout point à la pression atmosphérique.

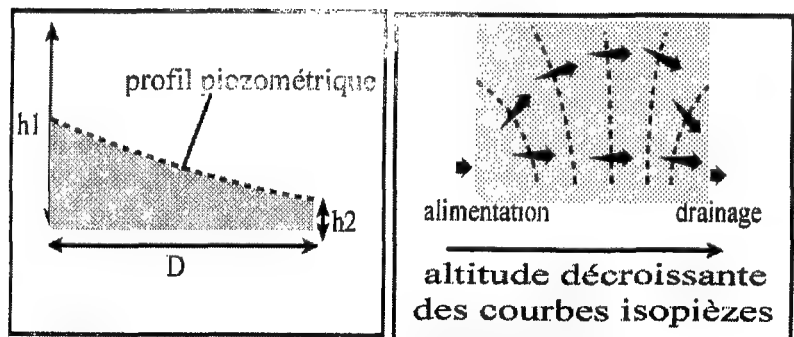
3) Si on relie des points (cotés) d'égal niveau piézométrique, on obtient des **courbes isopièzes**, ou **hydro-isohypses**, véritables courbes de niveau de la surface piézométrique de la nappe.

Ces courbes isopièzes permettent de réaliser, à la manière des profils topographiques, des profils hydrogéologiques.

Elles permettent également de définir la direction et le sens de l'écoulement des eaux.

4) L'écoulement des eaux souterraines est régit par la **gravité** et se fait **perpendiculairement aux courbes isopièzes**, depuis

les zones hautes vers les zones basses où se trouvent les exutoires (sources).





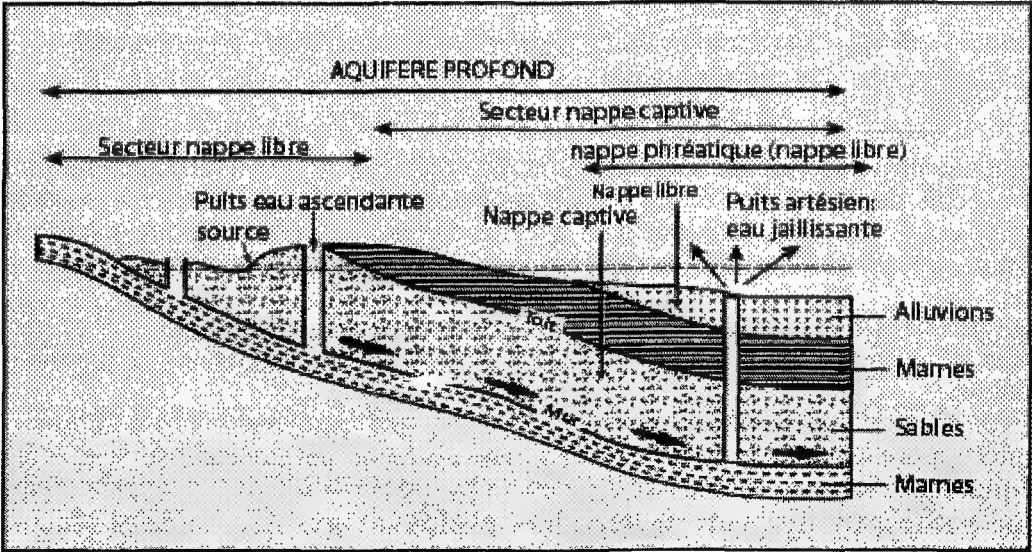
EXERCICE 12

Points communs :

- Un réservoir aquifère, quelle que soit sa nature.
- \* est formé de roches pouvant **contenir** de l'eau mais aussi **la céder**. C'est le cas des roches **poreuses et perméables** (sables, grains...) ou **fissurés** (calcaire).
  - \* est limité à sa base par une couche **imperméable** (le mur), souvent argileuse.

Différences essentielles

Nappe libre	Nappe captive
* Souvent de grandes dimensions.	* Dimensions + ou – grandes.
* Elle affleure (nappe phréatique) ou	* Généralement profonde.
* Elle est superficielle.	
* Elle est contenue dans un réservoir qui n'est séparé de la surface topographique que par des couches <b>perméables</b> .	* Elle est localisée dans un aquifère surmonté d'un toit <b>imperméable</b> .
* Son niveau piézométrique (ou surface pizométrique) se situe <b>au sein même de l'aquifère</b> et marque la limite supérieure de la zone saturée en eau.	La couche imperméable empêche l'eau de la nappe d'atteindre le niveau piézométrique qui se situe dans ce cas <b>au-dessus de toit de la nappe</b> .
L'absence de couche imperméable a 2 conséquences:	Ainsi, l'eau remplit la totalité de la nappe et reste emprisonnée entre le mur et le toit sans pouvoir atteindre le niveau piézométrique mesuré dans les forages voisins d'où le nom de nappe captive.
- Le niveau piézométrique peut fluctuer librement sans contrainte (d'où le nom de nappe libre).	- La pression de l'eau en tous les points est <b>supérieure</b> à celle de la pression atmosphérique.
- La pression de l'eau en tous ses points est en <b>équilibre</b> avec celle de la pression atmosphérique et l'eau de la nappe se déplace sous l'effet.	- L'eau de la nappe captive est toujours <b>sous pression</b> . Elle ne peut être renouvelée que si elle est puisée artificiellement.
* La surface piézométrique de la nappe réelle située dans l'aquifère lui-même (voir schéma)	* La surface piézométrique de la nappe captive est une <b>surface fictive</b> située au-dessus du toit de l'aquifère (voir schéma).



## EXERCICE 13

Pour qu'un aquifère existe et soit exploitable, il faut :

- Que la roche réservoir contienne des **vides** (pores, fissures) où l'eau peut s'accumuler après infiltration : c'est la **fonction d'accumulation** qui est assurée grâce à la **porosité** exprimant le volume des vides.

- Que les vides communiquent entre eux : c'est la **fonction de conduction** qui se fait grâce à la **perméabilité**, celle-ci mesurant l'aptitude d'une roche de se laisser traverser par l'eau.

## EXERCICE 14

Une nappe souterraine peut être alimentée de plusieurs façons :

a- **Par l'eau de pluie**: L'alimentation des nappes aquifères (nappes phréatiques surtout) est assurée essentiellement par les **eaux de pluie** dont une partie ruisselle et rejoint les cours d'eau ; le reste s'infiltrant en traversant une certaine épaisseur de roches.

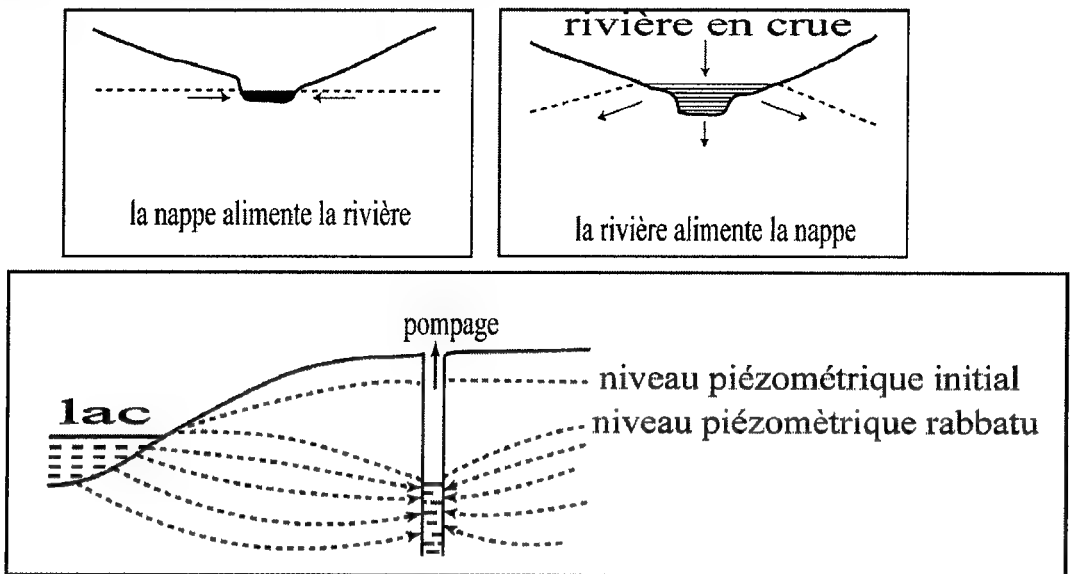
NB : La nappe s'alimente avec un certain retard qui dépend de la **porosité** et de l' de la roche à traverser.

b- **Par un fleuve, une rivière ou un lac**:

Les réseaux hydrographiques de surface peuvent participer au renouvellement des eaux souterraines en alimentant partiellement les nappes (cas des nappes alluviales).

Dans d'autres cas au contraire les eaux des nappes s'écoulent vers les rivières dont elles soutiennent le débit.

Des circulations d'eau peuvent s'établir, dans un sens ou dans un autre, entre des cours d'eau et des nappes souterraines superficielles (schéma suivant) :



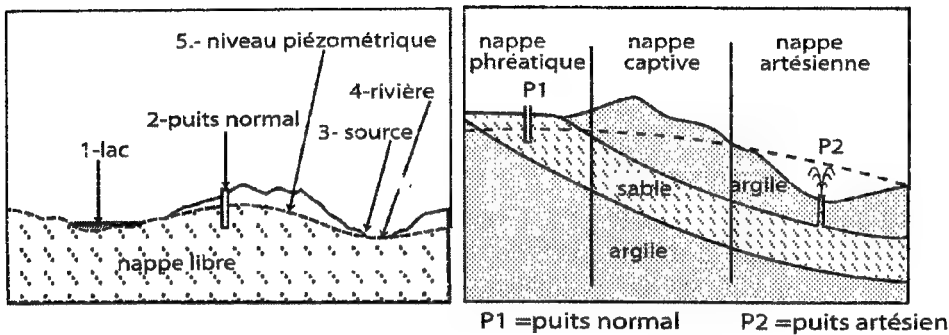
Le pompage provoque un abaissement du niveau piézométrique ou rabattement qui augmente avec le débit du pompage. A un certain moment, le niveau de l'eau de surface (lac par exemple) est à une altitude supérieure à celle du niveau piézométrique rabattu. La nappe souterraine reçoit alors, si les terrains sont perméables, une alimentation par les eaux de surface.

c- **par d'autres nappes** : Certaines nappes profondes peuvent être alimentées par des eaux venantes d'aquifères sus-jacentes, s'ils sont séparés par des couches sédimentaires semi-perméables.

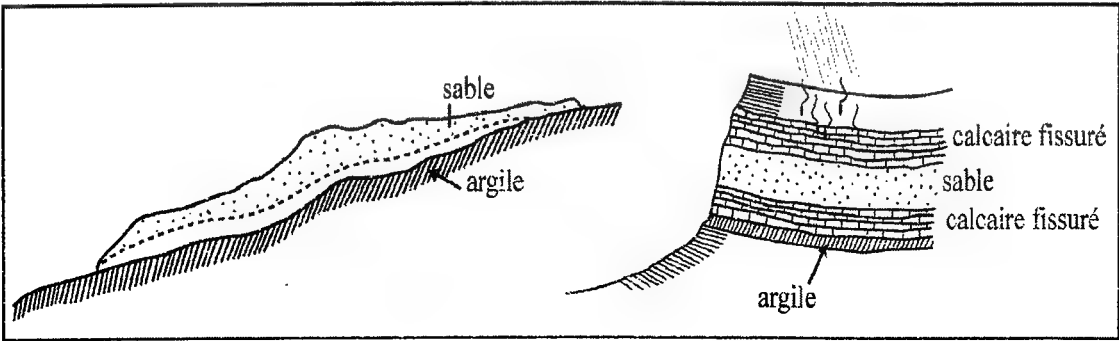
N.B : Un cours d'eau perché (à niveau plus élevé que le niveau piézométrique local) peut alimenter naturellement les nappes souterraines de façon permanente ou temporaire suivant les périodes pluvieuses ou sèches de l'année.

d- **Une petite part des eaux souterraines profondes** peut provenir des sédiments ayant emmagasiné de l'eau lors de leur dépôt (**eau fossile**).

EXERCICE 15



EXERCICE 16



EXERCICE 17

Nappe phréatique	Nappe libre	Nappe captive
2-6-7-9-11-12	2-4-6-7-9-11-12	1-3-4-5-8-10

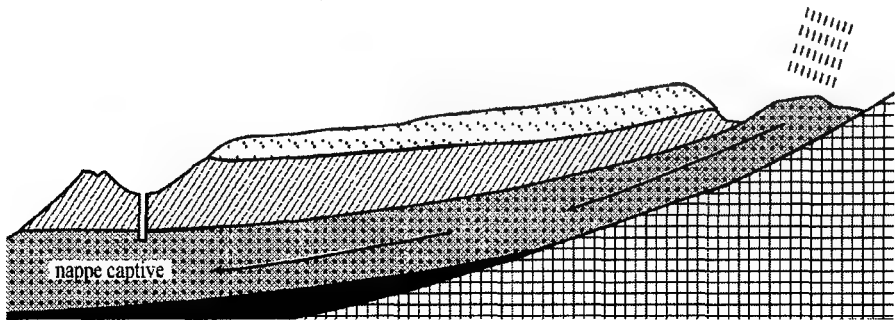
EXERCICE 18

- 1- Les aquifères sont des roches réservoirs permettant le stockage et l'écoulement des eaux souterraines.
- 2- Seule une partie de l'eau contenue dans un aquifère peut être récupérée: c'est l'eau qui circule dans les pores ou les fissures de la roche. L'eau d'adhésion ne peut être récupérée.
- 3- Les nappes libres peuvent être alimentées par les eaux de pluie sur une partie de leur surface, comme elles peuvent être alimentées par un cours d'eau ou un lac.
- 4- Elle exige également une roche imperméable, arrêtant l'infiltration (mur).
- 5- Les roches poreuses et perméables ainsi que les roches fissurées (calcaire par exemple) peuvent être toutes des roches réservoirs.
- 6- C'est le niveau au-dessus duquel la roche (avec ses pores ou ses fissures) n'est pas saturée en eau.
- 7- Le niveau piézométrique indique le niveau de l'eau de la nappe c'est à dire le sommet de sa zone de saturation en eau (tel qu'on peut le voir à l'occasion d'un forage)..
- 8- Le rabattement d'une nappe indique l'abaissement de la surface piézométrique, provoqué par le pompage excessif.
- 9- La surface piézométrique d'une nappe est une surface fictive qu'on ne peut pas mesurer directement par un piézomètre mais qu'on peut évaluer par comparaison avec celle d'une nappe libre voisine.

10- Seule les forages effectués dans des nappes captives provoquent le jaillissement de l'eau (puits artésiens).

EXERCICE 19

- a/ Les aquifères peuvent être constitués de roches poreuses et perméables ou par des roches fissurées.
- b/ Ceci est vrai pour les nappes libres. Pour les nappes captives, le niveau piézométrique est un niveau fictif qui n'est pas atteint par l'eau emprisonnée entre 2 couches imperméables.
- c/ La capacité de stockage d'un aquifère dépend du volume des vides existants à l'intérieur des roches. Elle dépend donc de la porosité des roches, mais également des fissures qui parcourent certaines roches réservoirs.
- d/ Une nappe captive est alimentée par les eaux de pluie ou les eaux de surface dans les secteurs des nappes libres voisines ou très lointaines. Ces eaux s'infiltrent dans les secteurs perméables, circulent intérieurement et alimentent les roches réservoirs des nappes captives



EXERCICE 20

- 1) Dans la nature, il existe des eaux de surface, les unes douces, les autres salées (lacs, cours d'eau, glaciers, océans...), des eaux souterraines (nappes libres et captives, rivières souterraines..) et de la vapeur d'eau qui s'évapore à partir des plantes ou du sol et qui forme les nuages dans l'atmosphère.
- 2) L'eau des nappes se trouve dans des roches réservoirs. Lorsque ces dernières ne sont pas surmontées de couches imperméables, on parle de nappes libres ; lorsqu'une couche perméable les recouvre, et que l'eau y est emprisonnée et sous pression, on parle des nappes captives.
- 3) Une nappe libre peut être alimentée seulement par une partie de sa surface ; le reste des eaux lui parvient d'aires d'alimentation lointaines, en circulant intérieurement.
- 4) L'eau d'une nappe fuit et son eau peut revenir à la surface par les exutoires (sources surtout).

EXERCICE 21

Réponse = a.

EXERCICE 22

1 ⇒ faux	2 ⇒ faux	3 ⇒ vrai	4 ⇒ faux	5 ⇒ vrai
----------	----------	----------	----------	----------

EXERCICE 23

1 ⇒ vrai	2 ⇒ vrai	3 ⇒ faux	4 ⇒ vrai	5 ⇒ vrai
----------	----------	----------	----------	----------

Correction de l'affirmation inexacte n°3:  
Une nappe libre contient de l'eau ayant la même pression que l'atmosphère.

EXERCICE 24

a ⇒ faux	b ⇒ vrai	c ⇒ vrai	d ⇒ faux	e ⇒ vrai
f ⇒ vrai	g ⇒ faux	h ⇒ faux	i ⇒ faux	j ⇒ vrai

- Correction des affirmations inexactes :
- a. Une source correspond à l'intersection d'une courbe de niveau et d'un isopièze de même côte (l'écoulement se fait sur le flanc d'un relief, mais pas n'importe où à la surface du sol).
  - d. Le niveau piézométrique d'une nappe libre correspond au niveau supérieur de la zone saturée en eau.
  - g. Un puits artésien est alimenté par une nappe captive.
  - h. Un puits artésien peut avoir des eaux chaudes mais toujours douces.
  - i . Les argiles ne forment jamais des aquifères (elles sont imperméables et ne laissent donc pas l'eau circuler).

EXERCICE 25

- 1° Barrez l'expression « autour du piézomètre ».
- 2° L'aquifère peut être formé de roches fissurées.
- 3° Seule la nappe la plus superficielle est qualifiée de nappe phréatique.
- 4° Les argiles sont poreuses mais deviennent imperméables par gonflement de leur matériau suite à une absorption d'eau.
- 5° Elle dépend de la porosité, de la perméabilité et aussi de l'existence de fissures existant au sein de la roche réservoir.
- 6° Une nappe captive est obligatoirement surmontée d'un niveau imperméable. Par ailleurs, elle peut être rechargée par les eaux s'infiltrant depuis la surface du sol, dans une aire d'alimentation qui peut être géographiquement très éloignée ;

EXERCICE 26

1) a, e ⇒ vrai	2) b, c, e ⇒ vrai	3) a, b, c, d ⇒ vrai
-------------------	----------------------	-------------------------

EXERCICE 27

1) b ⇒ vrai	2) c ⇒ vrai	3) b ⇒ vrai
4) a, b ⇒ vrai	5) a, b ⇒ vrai	6) a ⇒ vrai
7) a, b ⇒ vrai		

EXERCICE 28

- 1⇒ faux      2⇒ vrai      3 ⇒ vrai      4 ⇒ vrai      5 ⇒ faux      6 ⇒ vrai

EXERCICE 29

1) b ⇒ vrai	2) c ⇒ vrai	3) a, b ⇒ vrai
4) a ⇒ vrai	5) a, b, c ⇒ vrai	6) a ⇒ vrai
7) b ⇒ vrai	8) b ⇒ vrai	

EXERCICE 30

1 ⇒ vrai	2 ⇒ faux	3 ⇒ vrai	4 ⇒ vrai	5 ⇒ faux
6 ⇒ faux	7 ⇒ faux	8 ⇒ faux	9 ⇒ faux	10 ⇒ vrai

EXERCICE 31

Le niveau piézométrique de la nappe aquifère présentée par le document suit approximativement le relief. Le point où ce niveau est recoupé par le flanc de la colline est une **source** d'où fuit l'eau de l'aquifère.

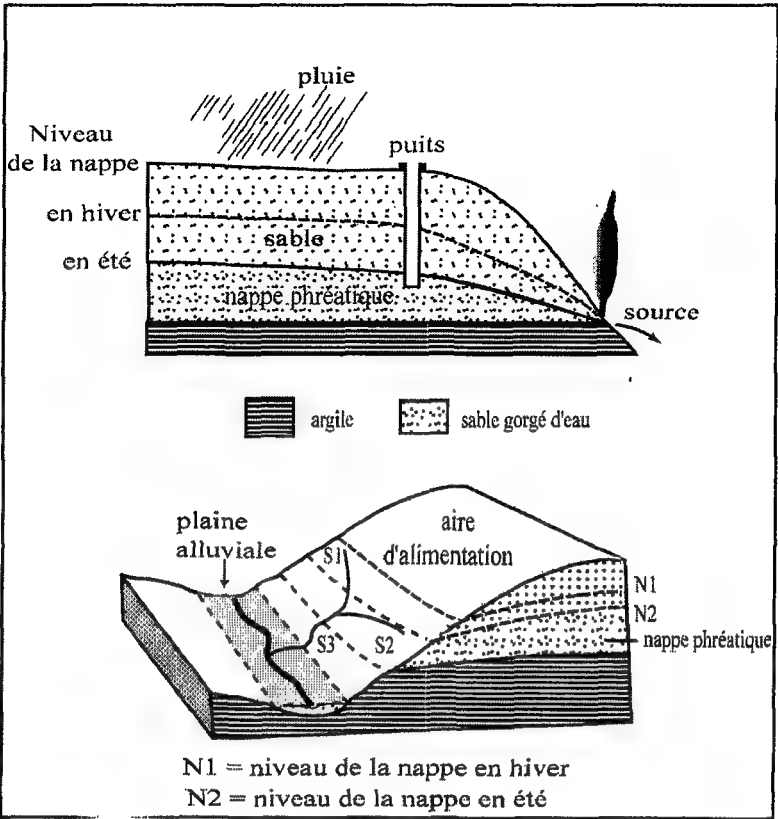
Parfois, le niveau de la source est à la base de la nappe (c'est le cas ici) mais le plus souvent, il correspond à la zone de saturation en eau.

EXERCICE 32

1) Les sources sont des émergences ou exutoires visibles d'où sort l'eau d'un aquifère.

L'intersection d'une courbe isopièze et d'une courbe de niveau de même cote indique toujours la présence d'une source.

Au flanc des collines, la couche imperméable au bas de l'aquifère peut affleurer, l'eau de la nappe suinte et ruisselle; elle revient ainsi à l'air libre et peut alimenter des fontaines, des ruisseaux ou des rivières.



2) Certaines sources sont **permanentes**, d'autres **temporaires**. Ce fait est simple à comprendre : dans la plupart des régions, les précipitations qui alimentent les nappes ne sont pas régulièrement réparties sur toute l'année. Il est donc normal d'assister à des fluctuations du niveau de la nappe dans l'aquifère, dues à une alimentation discontinue. Ainsi, une source située à la base de la nappe est permanente; en revanche, une source située au-dessus du niveau piézométrique de la nappe ne fournit de l'eau qu'en hiver ou lors de fortes pluies.

EXERCICE 33

a)	b)	c)	d)	e)
3 ⇒ vrai	2, 5, 6 ⇒ vrai	1, 5 ⇒ vrai	2, 3, 4 ⇒ vrai	2, 3, 4 ⇒ vrai

EXERCICE 34

- 1) S1 = niveau piézométrique de N1                      S2 = niveau piézométrique de N2.
- 2) Cette structure montre 2 nappes :
- \* **N1 = nappe libre** avec une surface piézométrique en équilibre avec la pression atmosphérique. La nappe est surmontée par une couche perméable.
  - \* **N2 = nappe captive** : elle est emprisonnée entre 2 couches imperméables.
- 3) P1 = **puits astésiens** : l'eau de la nappe N2 étant sous pression, elle sort ici avec un débit beaucoup plus élevé que celui d'un puits creusé dans une nappe superficielle.
- P2 = **puits ordinaire, considéré comme un piézomètre** : le niveau de l'eau dans ce puits P2 est le même que celui de la nappe N1.
- P3 = est considéré comme **puits ordinaire** puisque le niveau de l'eau y est superficiel (niveau de l'aire d'alimentation de la nappe N2).
- 4) On colorie en bleu sur le schéma la colonne d'eau dans chacun des puits P2 et P3 ; cette colonne suit le niveau piézométrique. Quant à P1, l'eau en sort en jaillissant et on ne peut y représenter la colonne d'eau.
- 5) En N1, les flèches suivent le niveau piézométrique et plongent vers l'W. En N2, les flèches seront également représentées dans la même direction puisque l'aire d'alimentation est à l'Est.
- 6) Le niveau de l'eau dans la rivière est supérieur à la surface piézométrique de la nappe N1. C'est donc la rivière qui alimente la nappe N1

EXERCICE 35

- 1) N1 est une nappe libre superficielle (**nappe phréatique**)
- N2 et N3 sont des **nappes captives** puisque chacune d'elles est située entre 2 couches imperméables et l'eau y est sous pression.
- N4 peut être une nappe captive (calcaire fissuré) au cas où son mur est une roche imperméable.
- 2) P1 est un puits ordinaire (creusé dans une nappe libre).
- P2 est un puits artésien (creusé dans une nappe captive), l'eau qui en sort jaillit.
- 3) La meilleure eau potable est celle des nappes N2 et N3 puisque l'eau qu'elles renferment provient de régions géographiquement éloignées et ont dû subir une filtration tout au long de leur circulation dans l'aquifère.
- 4) Si on approfondit le puits P1, son débit va augmenter dès que le forage atteint la nappe captive, là où l'eau se trouve sous pression ; cette eau a tendance à sortir avec force et d'une façon continue.

EXERCICE 36

- 1) La coupe géologique montre 2 nappes N1 et N2.
- N1 est **libre** (à gauche) : elle n'est surmontée que de couches sédimentaires perméables ; l'eau y est un équilibre avec la pression atmosphérique.
  - N2 est **captive** (à droite) : son aquifère est limité au niveau de son toit et de son mur par 2 couches imperméables et l'eau y est sous pression.
- 2) Le pointillé en trait fin S1 représente le niveau piézométrique de la nappe captive N2.
- Le niveau piézométrique S2 de la nappe libre est représenté par un trait en pointillé gras. Il suit à peu près le relief.

3) \* **Le puits A** n'est pas artésien. Le niveau de l'eau dans ce puits est celui de la surface piézométrique de la nappe libre. Le puits A est en quelque sorte un piézomètre.

\* **Le puits B** est artésien. L'eau qui en sort est jaillissante puisqu'elle provient d'une nappe captive dont l'eau est sous pression et parce que le puits se trouve à un niveau plus bas que celui du niveau piézométrique.

## EXERCICE 37

1) On repère 3 sortes de nappes :

- **Une nappe libre N<sub>1</sub>**, superficielle et donc considérée comme nappe phréatique. Elle est formée par les 3 couches sédimentaires superposées 4 et 5, toutes deux perméables. Son plancher ou mur est formé d'une couche d'argile imperméable (3). Le niveau piézométrique de cette nappe est indiqué par la ligne interrompue, et suit à peu près la topographie. Cette nappe est alimentée par toute sa surface.

- **Une nappe alluviale N<sub>2</sub>**, située au niveau du sable fin et des alluvions bordant la rivière. Cette nappe est alimentée en partie par la rivière, laquelle est alimentée par la source avoisinante ou par les eaux de ruissellement, venant de loin, ou même par la nappe N<sub>1</sub>.

- **Une nappe captive N<sub>3</sub>** située en profondeur dans le calcaire fissuré (2) et limitée par 2 couches imperméables (3 et 1) qui forment respectivement son toit et son mur. Elle est alimentée par des aires perméables lointaines.

2) La source existe au niveau de l'intersection du niveau piézométrique de la nappe libre N avec la surface topographique, au niveau du calcaire fissuré (4). L'eau de cette source alimente la rivière et la nappe alluviale N<sub>2</sub>.

3)

• Le puits **P<sub>1</sub>** est normal. Il est creusé dans une nappe libre et on peut le considérer comme un piézomètre. Le niveau d'eau y est le même que celui de la nappe N<sub>1</sub> et en équilibre avec la pression atmosphérique (puits à eau ascendante).

• Les puits **P<sub>2</sub>** et **P<sub>3</sub>** sont artésiens. Ils atteignent tous les deux une nappe captive profonde où l'eau se trouve sous pression.

NB: Seul le puits n°1 peut être à sec si l'aquifère N<sub>1</sub> n'est pas alimenté par les eaux de pluie et si le niveau piézométrique s'abaisse d'avantage. Les 2 autres puits sont constamment ravitaillés en eau de la nappe captive et ne peuvent être à sec.

4) La rivière est creusée dans une couche sédimentaire perméable faite de sables fins et d'alluvions. Elle est alimentée par l'eau venant de la source voisine et par les eaux de ruissellement. Elle alimente à son tour la nappe alluviale N<sub>2</sub>. Cependant, la rivière ne peut pas, à première vue alimenter la nappe captive N<sub>3</sub>.

## EXERCICE 38

1°/ L'inclinaison du niveau piézométrique est régit par la **loi de la gravité** : l'écoulement des eaux souterraines est dirigé vers les isopièzes les plus profonds, c'est à dire vers les zones basses où se trouvent les exutoires (sources).

2°/ \* Lorsque le niveau piézométrique est supérieur à celui de la rivière, la nappe alimente cette dernière (a).

\* Lorsque le niveau piézométrique s'abaisse au-dessous de celui de la nappe, la rivière alimente la nappe (b)..





3°/ Il s'agit d'un d'une **nappe captive** car :

- La nappe se trouve emprisonnée entre 2 couches imperméables et son eau est sous pression.
- La nappe n'atteint pas son niveau piézométrique qui reste au-dessus du toit de la nappe.

4°/ Un puits creusé dans cette nappe captive est artésien : l'eau jaillit jusqu'au niveau piézométrique, plus élevé que celui du sol.

5°/ Surface de la nappe =  $70 \times 3 = 210 \text{ km}^2$

Volume de l'aquifère =  $210 \times 0,05 = 10,5 \text{ km}^3$

Volume d'eau de la nappe =  $\frac{10,5 \times 15}{100} = 1,57 \text{ km}^3 \text{ d'eau}$

Quantité d'eau qu'on peut extraire de la nappe :

$\frac{1,57 \times 50}{100} = 0,787 \text{ km}^3 \text{ d'eau.}$

6°/ On ne peut extraire toute l'eau de la nappe puisque l'eau existant entre les pores est retenue par des forces d'adhésion (schéma en face).



## EXERCICE 39

a- Puisque la surface de la nappe est représentée par des courbes isopièzes qui relient des points de même niveau piézométrique, il suffit de repérer le niveau de la nappe grâce à des isopièzes (puits par exemples) puis de le comparer à celui des courbes de niveau qui indiquent l'altitude d'un point donné par rapport au niveau 0 de la mer. C'est ainsi qu'on peut déduire la profondeur de la nappe.

b- Une source correspond au point d'intersection entre une courbe isopièze et une courbe de niveau de même altitude. En ce point la nappe fuit à la surface de la terre.

## EXERCICE 40

1° Légende : 1 et 3- sable 2- argile.

2° \* La nappe N1 est **libre** : elle n'est pas surmontée d'une couche imperméable et son niveau piézométrique X qui se trouve dans l'aquifère est en équilibre avec la pression atmosphérique.

\* La nappe N2 est **captive** : elle se trouve entre 2 couches imperméables et son niveau piézométrique fictif doit se trouver au-dessus de l'aquifère.

3° a) X représente le niveau piézométrique de la nappe N1.

b) X n'est pas un niveau stable ; il varie en fonction des entrées et des sorties de l'eau de l'aquifère (c'est-à-dire de l'alimentation et de l'exploitation de la nappe).

4° \* Le puits A est **normal**, c'est-à-dire non artésien puisqu'il est creusé dans une nappe libre ; son niveau varie comme celui de la nappe correspondante.

\* Le puits B est **artésien** et l'eau qui en sort est jaillissante, puisqu'il est creusé dans une nappe captive où l'eau est sous pression.

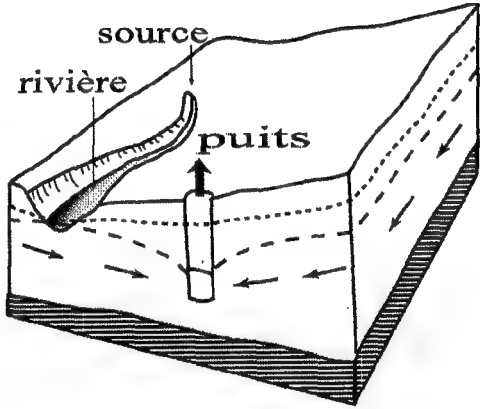
5° Oui, il y a une source dans cette structure ; elle se situe à l'intersection entre le niveau piézométrique et la courbe de niveau de même cote (sur le flanc de la vallée où coule le cours d'eau).

EXERCICE 41

a $\Rightarrow$ faux	b $\Rightarrow$ vrai	c $\Rightarrow$ faux	d $\Rightarrow$ vrai
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

EXERCICE 42

Le pompage dans une nappe aquifère (par exploitation excessive d'un puits par exemple), provoque un abaissement local (ou rabattement) de la surface piézométrique. Ce rabattement est fonction du débit d'eau extraite et de la distance nappe puits. Autrement dit, lorsque l'augmentation du rabattement est brutale, cela signale un prélèvement excessif qu'il convient de ne pas dépasser. En effet l'abaissement de la surface piézométrique peut modifier l'écoulement général de la nappe, ce qui est parfois grave au voisinage d'un lac, d'une rivière ou en bordure de la mer, puisque cela permet l'arrivée dans la nappe jusqu'alors protégée d'eaux plus ou moins polluées ou d'eau salée.



— sens d'écoulement de l'eau  
- - - niveau piézométrique actuel  
..... niveau piézométrique avant pompage

EXERCICE 43

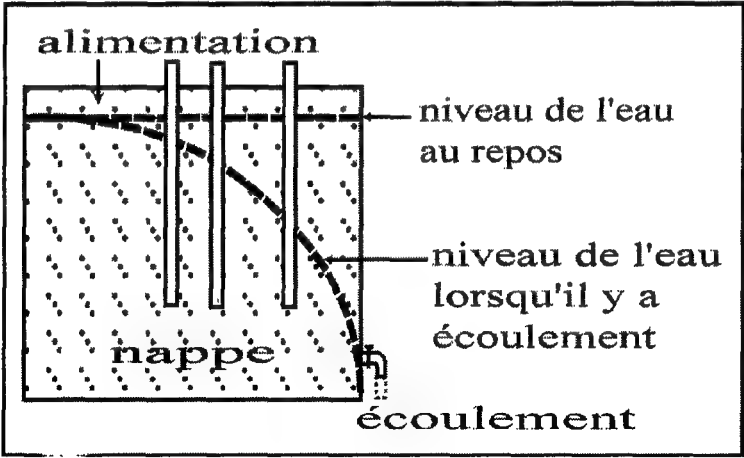
1- Pour une nappe on peut mesurer la profondeur de l'eau dans les puits et dans les piézomètres, on détermine l'altitude de l'eau en ces points.

On reporte les cotes sur une carte, on réunit les points d'égale altitude. On obtient des « courbes de niveau » de la nappe ou courbes **isopièzes** (pièze : pression) ou hydroisohypses (iso : égal, hypse : profondeur).

2- Entre les entrées et les sorties, une masse d'eau se déplace: Quels sont leurs effets sur la forme de la nappe ? Réalisons le phénomène expérimentalement (schéma ci-après) :

\* Si dans un récipient on place du sable sur lequel on verse de l'eau, elle prend au repos une surface horizontale comme on peut le constater dans les tubes perforés qui laissent entrer l'eau mais pas le sable et jouent le rôle de piézomètres.

\* Si on ouvre le robinet et qu'on alimente régulièrement le système, **le niveau d'eau s'infléchit** vers le robinet, l'écoulement est régulier. L'eau de la nappe contenue dans l'aquifère atteint un certain niveau appelé surface piézométrique ; cette surface ou ce niveau d'eau fluctue dans le sens vertical en fonction de l'alimentation et de la vidange.



## EXERCICE 44

1) Le document suivant représente une portion de carte hydrologique simplifiée.

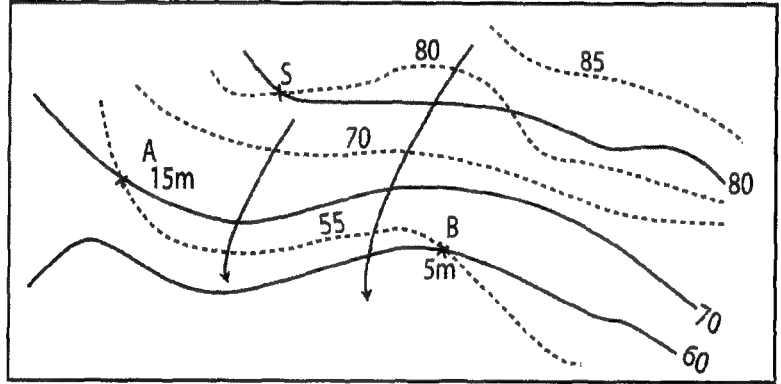
2) **Isopièze** : c'est une courbe de niveau qui relie des points cotés d'égal niveau piézométrique.

3) Il y a 2 sources (S) : lieux d'intersection entre la courbe de niveau 80 et l'isopièze 80.

4) En A l'eau est à  $(77-55) = 15$  m de profondeur,

alors qu'en B elle est à  $(60-55) = 5$  m. On creuse le puits au point B.

5) Le sens de l'écoulement des eaux dans la nappe se fait perpendiculairement aux courbes isopièzes ; il est dirigé vers les isopièzes les plus profondes.



## EXERCICE 45

Dans la nature, le niveau supérieur d'une nappe aquifère libre varie avec la saison :

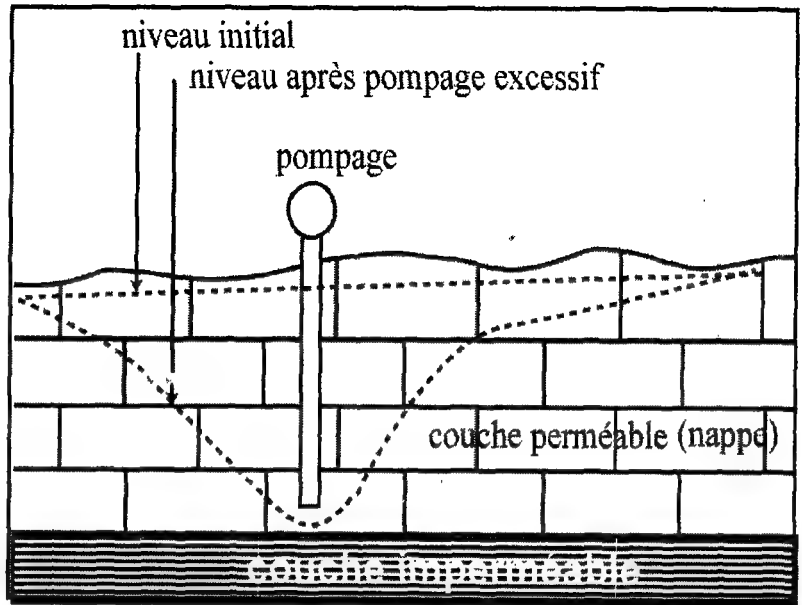
- L'été, après une longue période de sécheresse, les eaux sont basses, et certaines sources sont tarées ;

- L'hiver, au contraire, après les pluies d'automne, la nappe peut atteindre la surface du sol, imprégnant alors la couche perméable sur toute son épaisseur.

Ces variations de niveau peuvent être aisément observées dans les puits.

Le niveau piézométrique peut fluctuer également en fonction de :

- de la vitesse de circulation de l'eau dans l'aquifère.
- de l'exploitation de la nappe par l'homme.



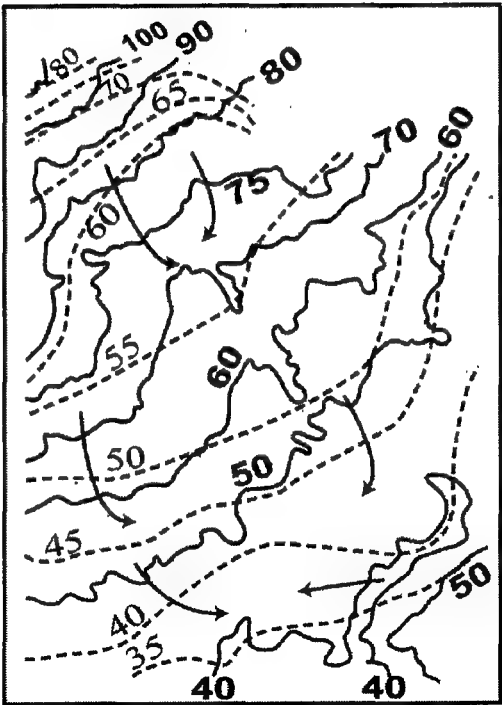
## EXERCICE 46

1) Les courbes en pointillés sont des courbes isopièzes, d'égal niveau piézométrique.

2) Z est une source, point où une courbe de niveau située à 70m d'altitude rencontre une courbe isopièze de même altitude. En ce point l'eau arrive à la surface du sol.

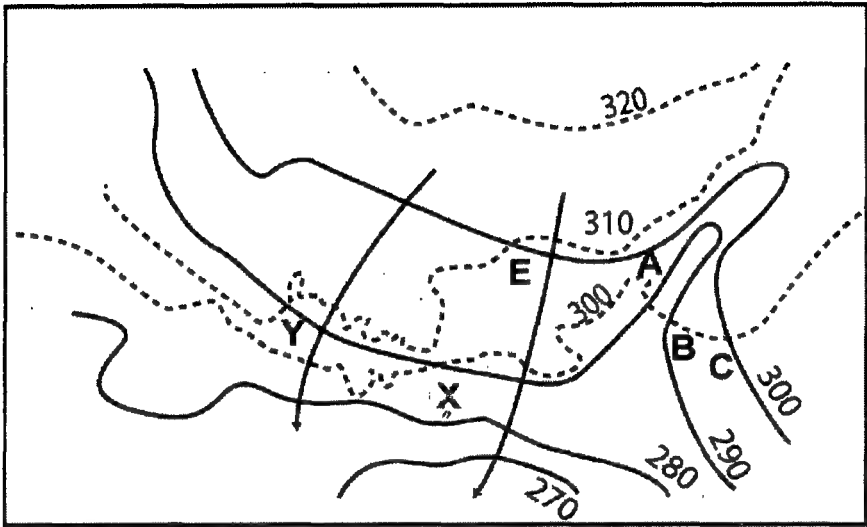
3) On trouve l'eau dans V puisqu'en ce point l'eau est située à 10m de profondeur alors qu'un Y, on la trouve à 20m.

EXERCICE 47



EXERCICE 48

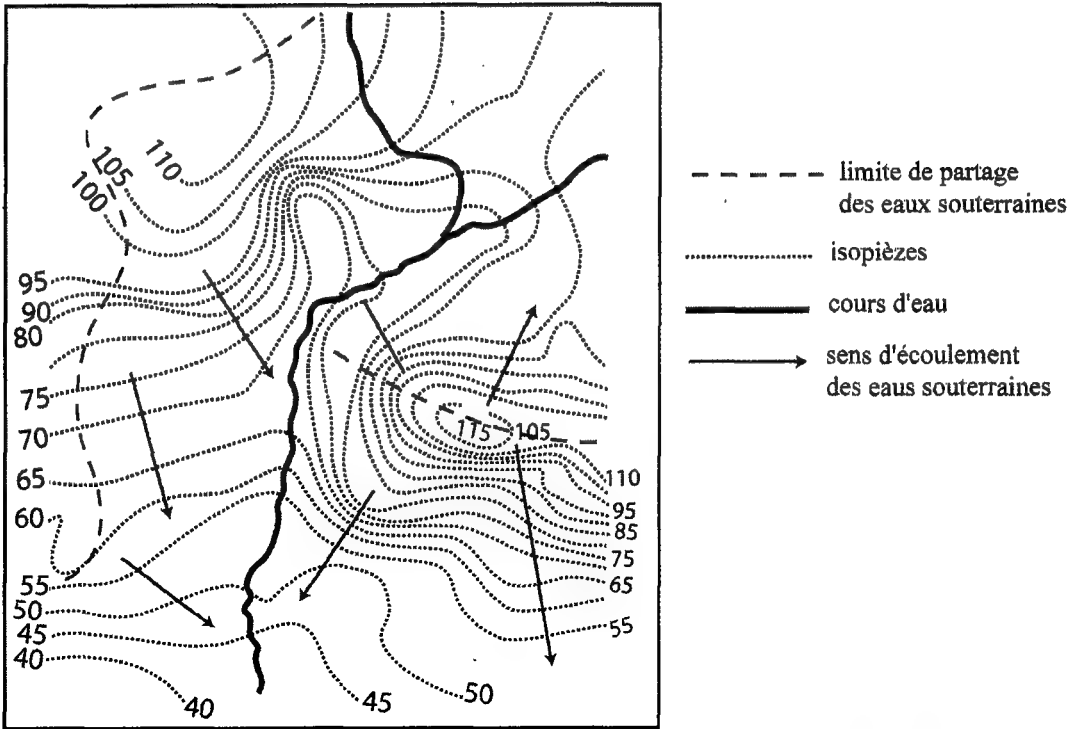
- 1) C est une source, point de rencontre du niveau piézométrique de la nappe, situé à 300m avec la courbe de niveau topographique, située elle aussi à 300m.
- 2) La profondeur du niveau piézométrique de la nappe au point X est de 10m (300-290). Celle du point Y est de 20m : La courbe de niveau étant à 310m d'altitude, la courbe piézométrique est à 290m  $\Rightarrow$  la nappe au point Y est située à 20m de profondeur.



EXERCICE 49

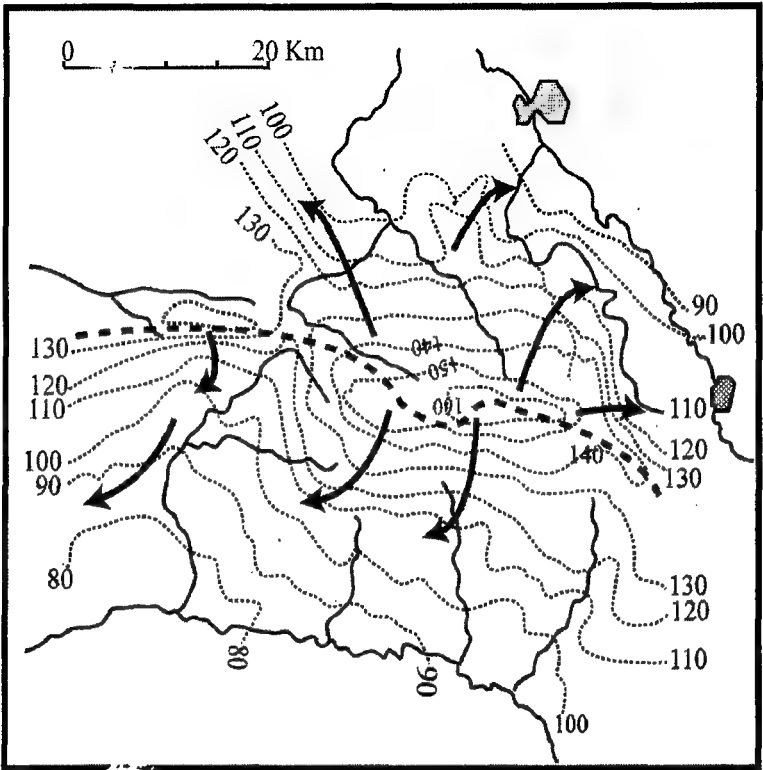
- 1) Les flèches figurant le sens de l'écoulement des eaux sont perpendiculaires aux courbes isopiézométriques, selon des altitudes décroissantes. Elles convergent vers l'eau de la rivière et divergent de part et d'autre du bombement Est-Ouest qui affecte la surface piézométrique en rive gauche de la rivière.

1) L'axe Est-Ouest de ce bombement est reconnu comme **ligne de partage des eaux** souterraines, et la zone correspondante, comme zone d'alimentation possible de la nappe.



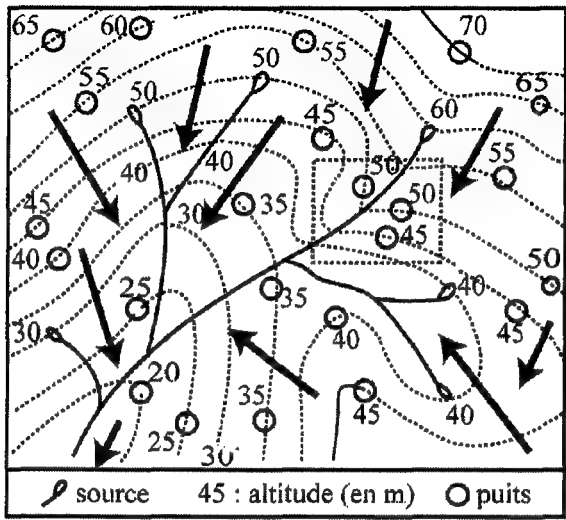
EXERCICE 50

Les eaux convergent vers les fleuves qui sont donc alimentés par la nappe en certains points.

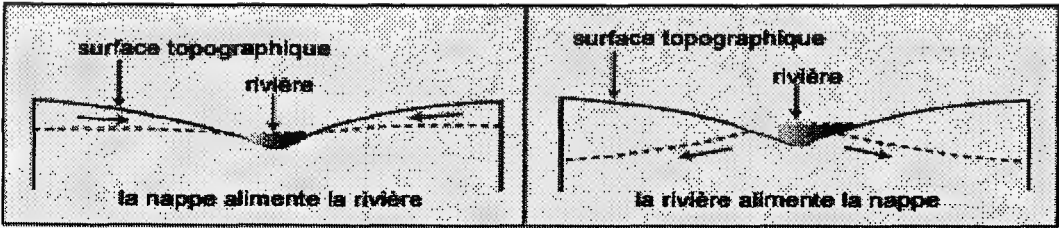


EXERCICE 51

- 1° et 2° Les courbes isopiézométriques et le sens d'écoulement des eaux souterraines:  
3° Les courbes isopiézométriques divergent de part et d'autre de la rivière ; celle-ci alimente la nappe.



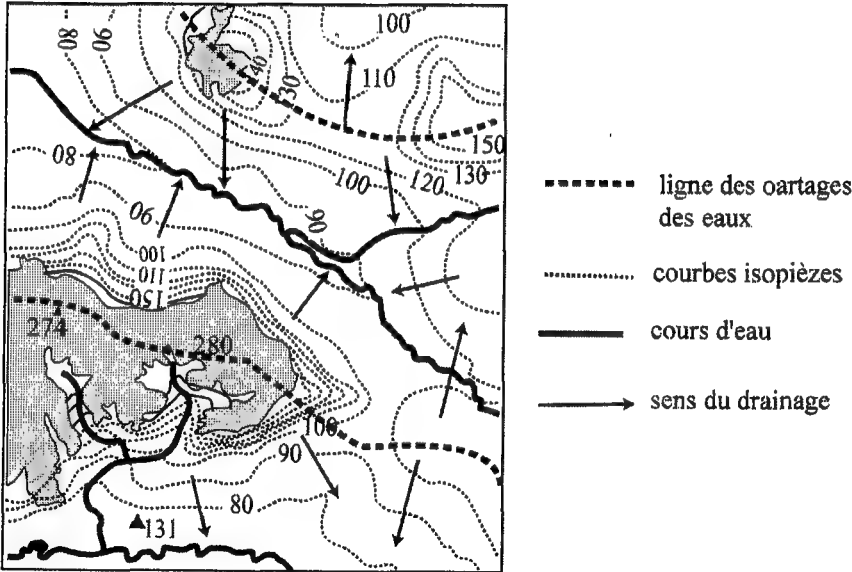
EXERCICE 52



Les relations entre eaux souterraines et eaux de surface.

EXERCICE 53

- 1° et 2° sur le schéma :
- : sens d'écoulement des eaux souterraines.
  - : lignes de partage des eaux
- 3° Les courbes isopiézométriques convergent vers les rivières qui drainent les versants.

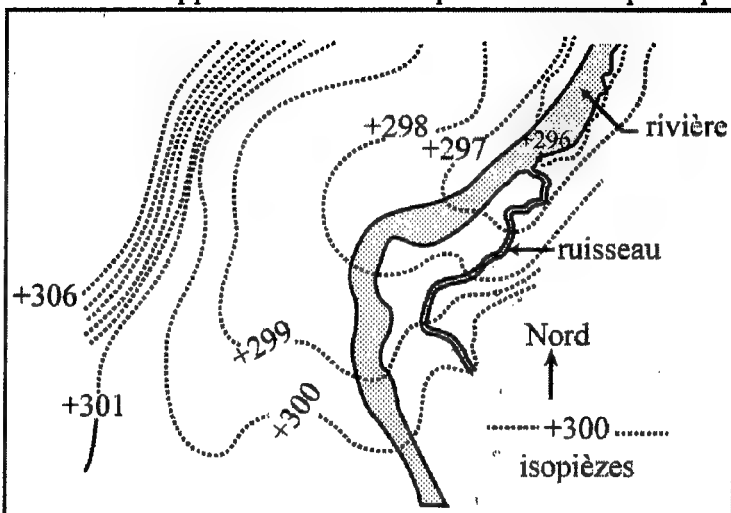


EXERCICE 54

- 1) Les courbes de niveau piézométriques s'appellent des isopièzes ou hydro-isohypses.

2) Elles représentent le niveau de l'eau de la nappe souterraine à la pression atmosphérique

3) A la suite de nombreux forages réalisés plus ou moins profondément dans une région, on relève les niveaux piézométriques dans des puits (qui jouent le rôle de piézomètres) puis on reporte sur une carte les points mesurés avec leur profondeur et on relie par des courbes les points situés à la même profondeur. On obtient des courbes de même niveau piézométriques s'appellent des isopièzes ou hydro-isohypses.



4) Le niveau piézométrique n'est atteint que dans les nappes libres puisque, par définition, les nappes captives sont sous pression. Il s'agit donc d'une **nappe libre**.

5) Le sens d'écoulement d'une nappe libre est déterminé par la gravité. Il est donc approximativement perpendiculaire aux courbes isopièzes et dirigé vers les isopièzes les plus basses, c'est-à-dire vers la rivière.

## EXERCICE 55

1) a- La nappe supérieure est une nappe libre. Son niveau piézométrique est d'environ 190 m (entre 200 et 180 m)

b- La rivière est située à environ 90m d'altitude.

c- Le sens de l'écoulement de l'eau de la nappe se fait perpendiculairement aux isopièzes et selon les altitudes décroissantes (de 190 à 90m), c'est à dire vers les isopièzes les plus profondes et plus précisément vers la rivière.

2) Les sources sont localisées au niveau des zones saturées en eau de l'aquifère. Lorsqu'un isopièze est recoupé par une courbe de niveau de même cote, l'eau fuit alors par des exutoires appelés **sources**.

3) On distingue dans cette coupe 2 nappes :

- Une **nappe libre**, superficielle (nappe phréatique), dont la roche-réservoir n'est pas surmontée d'une couche imperméable.
- Une **nappe captive** située entre les 2 couches imperméables.

4) L'alimentation de  $N_1$  se fait par toute sa surface. Celle de  $N_2$  se fait en partie par une aire d'alimentation libre. L'eau qui s'infiltre dans les sédiments perméables circule dans l'aquifère et remplit peu à peu les pores et les fissures de la roche-réservoir de la nappe captive.

5) Profil (en face).

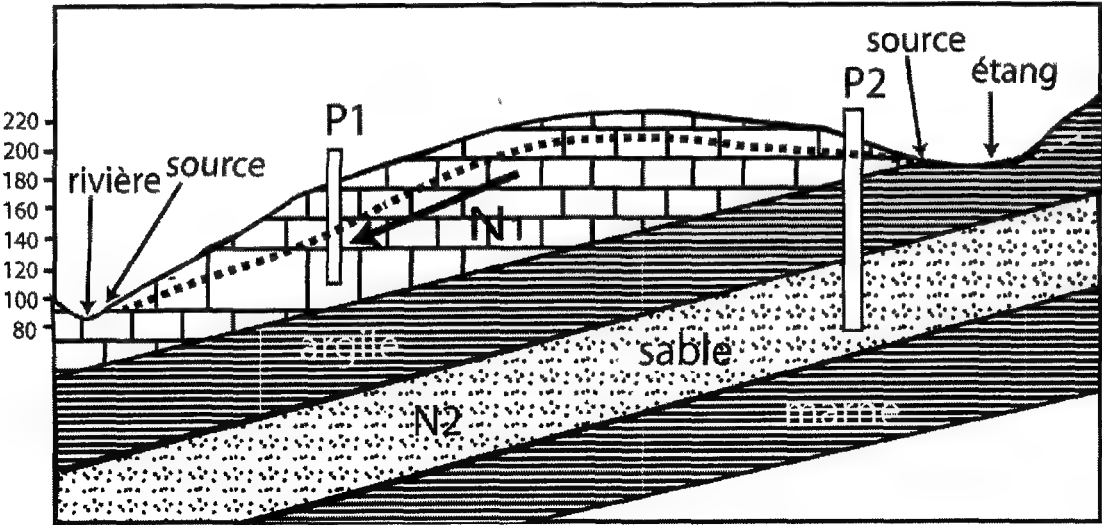
6) Le sens de circulation de l'eau (en face).

7) Les étangs sont parfois à sec lorsque les sources voisines ne fuient pas, suite à une descente importante du niveau piézométrique de la nappe libre. Ceci peut arriver lorsque la pluviométrie diminue ainsi que l'alimentation de la nappe.

Quant aux sources situées au voisinage de la rivière, elles ne disparaissent que par disparition de la nappe elle même, ce qui est théoriquement impossible (la surface piézométrique plonge de ce côté vers la rivière).

8) P<sub>1</sub> : c'est un **puits ordinaire** puisqu'il est creusé dans une nappe phréatique dont le niveau d'eau est réel et en équilibre avec la pression atmosphérique.

P<sub>2</sub> : est un **puits artésien** puisqu'il est creusé dans une nappe captive dont les eaux sont sous pression. L'eau qui en sort jaillit puisque le niveau piézométrique et la nappe se trouve plus haut que la surface du sol dans la zone où on a fait le sondage.



EXERCICE 56

A → d      B → a et d      C → d      E → b, c, d

EXERCICE 57

L'eau douce représente une proportion infime, de l'ordre de 3%, de l'eau présente à la surface du globe ; 60% de cette eau douce non utilisable est sous forme de glace (glaciers et calottes polaires). L'eau disponible pour l'homme est constituée à 40% par les eaux souterraines (ce sont les aquifères) et à 0,2% par les eaux superficielles.

Les réserves en eau douce sont constituées essentiellement de nappes d'eau souterraines imprégnant des roches aquifères, mais aussi d'eau de surface (lacs et cours d'eau). Les prélèvements sont de trois types : agricole, industriel et domestique. Comment peut-on gérer ces réserves d'eau pour en limiter la baisse générale, quantitative et qualitative.

A- On doit limiter les prélèvements dans les nappes

Les réserves en eau douce dans les nappes se caractérisent par leur surface piézométrique, qui correspond au niveau supérieur de l'eau dans l'aquifère, tel qu'on peut le mesurer dans un puits.

Un prélèvement d'eau par pompage entraîne un abaissement de la surface piézométrique, susceptible, s'il est trop important, d'assécher les forages par épuisement de la nappe. Un abaissement rapide de la surface piézométrique indique que le prélèvement est trop important et doit être ralenti ou arrêté.

B- On doit prévenir et limiter les pollutions par :

a) Construction de stations d'épuration

La majeure partie des substances polluantes, surtout celles d'origine domestique ou agroalimentaire, est constituée de matière organique biodégradable. Elle est en effet susceptible d'être dégradée par les micro-organismes sous forme de dioxyde de carbone et de



sels minéraux, cette transformation consommant de l'oxygène. Dans les cours d'eau, le phénomène est limité naturellement par la possibilité d'oxygénation, d'où l'intérêt des stations d'épuration, dans lesquelles l'eau est fortement aérée donc oxygénée, ce qui permet une activité optimale des bactéries. A la sortie d'une telle station, l'eau a perdu une fraction importante de sa charge en matières organiques : elle est **épurée**.

La construction de stations d'épuration représente un investissement très important pour les villes et les régions, indispensable pour préserver les réserves en eau de la pollution organique.

### **b) Utilisation de produits biodégradables**

Les stations d'épuration ne font que faciliter la dégradation des matières organiques par les bactéries. Cependant, de nombreuses substances polluantes, issues notamment de l'industrie chimique, ne sont pas biodégradables et restent donc dans les cours d'eau. C'est le cas en particulier des métaux lourds, tels le mercure ou le cadmium, et de nombreux autres déchets industriels.

La seule alternative à l'utilisation de ces substances consiste à les remplacer par des équivalents biodégradables. Ainsi les nouvelles piles sans mercure ni cadmium représentent un progrès considérable pour la protection de l'environnement par rapport aux piles contenant des métaux lourds.

De la même façon, les pesticides utilisés en agriculture intensive peuvent disparaître, grâce aux techniques de cultures agrobiologiques qui utilisent des produits de remplacement biodégradables.

### **c) Limitation des rejets industriels et agricoles**

Parmi les nombreuses sources de pollution des eaux, les nitrates utilisés comme engrais posent un problème important de santé publique. Ces substances passent dans les nappes d'eau puis dans l'eau de consommation. Dangereuses pour l'organisme, elles rendent l'eau de nombreuses régions suspecte, voire impropre à la consommation. La limite de potabilité a été fixée à 50 mg de nitrates par litre d'eau.

Seule une modification des usages agricoles, limitant l'utilisation des engrais (donc des rendements), peut résoudre ce problème à long terme.

### **C- Faciliter la pénétration de l'eau dans le sol**

Lorsque de longues périodes sèches alternent avec des périodes avec pluies violentes, celles-ci provoquent des crues des cours d'eau superficiels plutôt qu'un remplissage des nappes, la pénétration de l'eau dans le sol étant médiocre.

Cette mauvaise perméabilité est due à plusieurs facteurs :

- les pratiques agricoles modernes font appel à des engins de plus en plus lourds qui tassent la terre en profondeur de manière excessive et rendent le sol imperméable ;
- L'usage intensif des engrais crée en surface une couche dure et imperméable car il y a appauvrissement en humus ;
- L'arasement des haies et des talus facilite le ruissellement des eaux de pluie et empêche sa pénétration dans le sous-sol.

Les réserves en eau douce, qui paraissent, il y a encore quelques années, très importantes, sont de moins en moins utilisables.

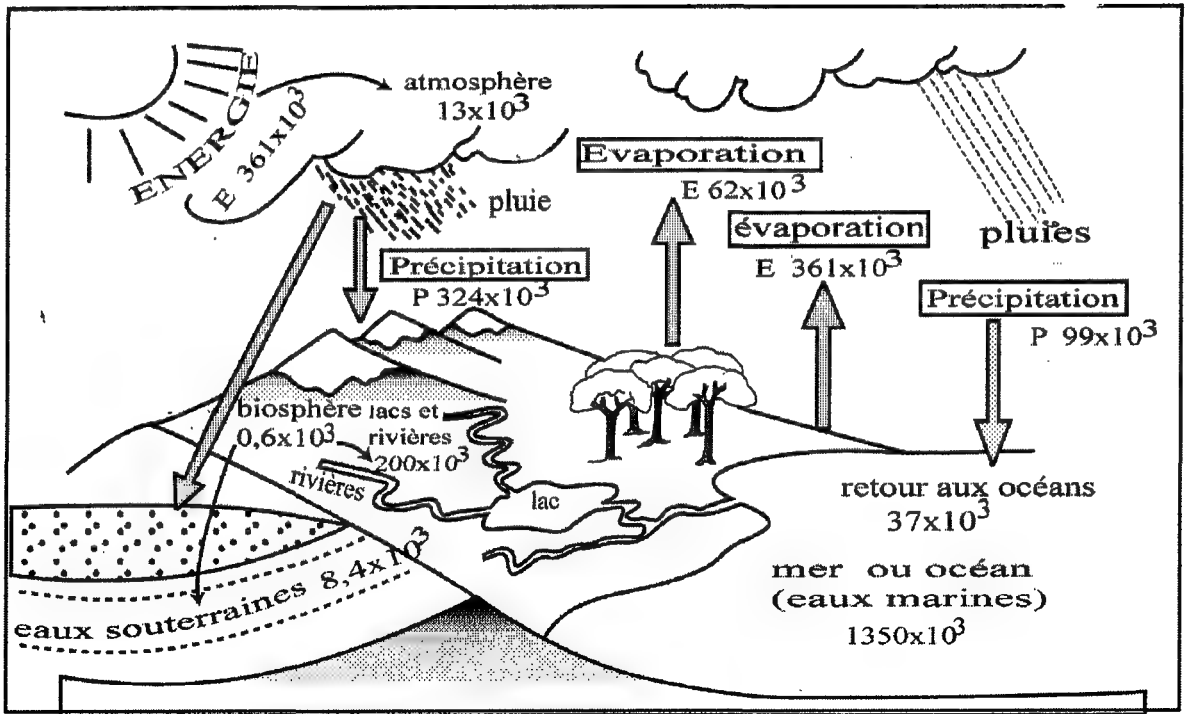
La sécheresse, combinée à un prélèvement important, abaisse le niveau général des nappes.

La qualité de l'eau diminue en raison des nombreuses pollutions. Les activités humaines consommant de plus en plus d'eau, une gestion rigoureuse de ces réserves s'impose.

De nombreux moyens techniques sont actuellement à la disposition des collectivités, des exploitants agricoles, des industriels, pour résoudre ces problèmes et préparer l'avenir.

EXERCICE 58

1)



2) L'eau circule depuis les océans et les continents vers l'atmosphère grâce à l'évapo-transpiration provoquée par l'énergie solaire. Lorsque la vapeur d'eau atmosphérique se condense en raison du refroidissement en altitude, elle retombe sur les continents et dans les océans sous forme liquide, les précipitations. Sur les continents, l'eau circule sous l'action de la gravité soit à la surface, soit dans le sous-sol. Elle retourne ainsi aux océans.

3) Sur les continents, l'eau est présente soit en surface dans les lacs et les cours d'eau, soit en profondeur dans les eaux souterraines. Les êtres vivants constituant la biosphère en contiennent également. Les eaux de surface s'évaporent sous l'action du soleil et retournent donc en partie à l'atmosphère. Les êtres vivants sont également à l'origine d'une partie de l'eau qui retourne à l'atmosphère.

4) Quantité totale d'eau (en km<sup>3</sup>) :

$$\begin{aligned} & 1\,350 \times 10^6 \text{ (océans)} + 25 \times 10^6 \text{ (glaces)} + 2 \times 10^5 \text{ (eaux de surface)} + 8,4 \times 10^6 \text{ (eaux souterraines)} + 13 \times 10^3 \text{ (atmosphère)} + 600 \text{ (biosphère)} \\ &= 1,3836 \times 10^9 \text{ km}^3 \\ &\bullet \text{ Océans : } \frac{1,35}{1,3836} = 97,5\% \\ &\bullet \text{ Total des continents : } \frac{25 \times 10^6 + 2 \times 10^5 + 8,4 \times 10^6}{1380} = 33,6 \times 10^6 \text{ soit } \frac{33,6}{1380} = 2,4\% \\ &\bullet \text{ Atmosphère : } \frac{13000}{1,3836 \times 10^9} = 0,009\% \end{aligned}$$

- 5) Les pertes d'eau au niveau des couverts végétaux constituent l'**évapotranspiration**. Celle-ci correspond à la résultante de l'évaporation par le sol et de la transpiration des végétaux qui y poussent.

## EXERCICE 59

Toutes les enveloppes externes de la Terre participent au cycle de l'eau.

### ► A. Les réservoirs d'eau

L'**hydrosphère** stocke de l'eau dans différents réservoirs, le plus grand étant le domaine océanique. De l'eau est aussi stockée sous formes de glace dans les glaciers et calottes polaires.

L'**atmosphère** contient de l'eau à l'état gazeux (vapeur d'eau).

Les nuages sont formés d'un mélange d'eau liquide et solide (petits cristaux de glace).

La **lithosphère** contient de l'eau dans le sol, dans les rivières souterraines et dans les nappes en imprégnant des roches poreuses.

La **biosphère** est également un réservoir d'eau puisque la matière vivante est constituée en moyenne de 70% d'eau.

### ► B. La circulation de l'eau

L'eau passe par toutes les enveloppes terrestres au cours de son cycle.

L'**évaporation** des eaux océaniques sous l'effet de la chaleur solaire entretient un déplacement d'eau de l'hydrosphère vers l'atmosphère.

- De la vapeur d'eau **se condense** en pluie entraînée par gravité vers la surface de la Terre.
- L'eau **ruisselle** sur les continents par gravité. Une partie alimente les cours d'eau de surface qui les acheminent vers les océans, une autre partie **s'infiltre** et devient souterraine.
- Les **glaciers et calottes polaires** immobilisent de l'eau qui retourne dans le cycle après la fonte de la glace.
- L'eau absorbée par les racines des végétaux terrestres est, pour la plus grande partie, rejetée par les feuilles dans l'atmosphère par **transpiration**.
- Les activités humaines modifient localement le cycle, tout en évitant de trop grandes perturbations. En effet, l'homme pompe, stocke, détourne, consomme et rejette de l'eau, créant une **circulation artificielle** qui s'intègre dans le cycle.

### Conclusion :

L'eau circule ainsi d'un réservoir à l'autre au cours de son cycle. Les êtres vivants, en absorbant et en rejetant de l'eau, participent au cycle.

(Voir schéma du cycle de l'eau de l'exercice précédent)

## EXERCICE N° 60

Les bons choix :

A- Nappe captive : 1, 6.

B- Nappe phréatique : 1, 3, 4.

C- Alimentation des nappes : 1, 2, 4.

D- Evapotranspiration : 3, 4, 6.

# LES PHOSPHATES

## EXERCICE 1

Les bonnes conditions qui favorisent la genèse du phosphate sont :

2 - 3 - 5 - 7 - 9 - 10

## EXERCICE 2

- 1- Les phosphates tunisiens sont d'âge miocène c'est à dire environ -50 à -60 millions d'années.
- 2- il y a 3 bassins miniers autour de la région de Kasserine (le bassin de Kalaa Khasba, le bassin de Gafsa-Metlaoui et le bassin de Meknassy) ;
- 3- Les phosphates sont localisés seulement dans ces régions parce que celles-ci étaient occupées, à l'époque éocène, par une mer peu profonde entourant l'ancienne « île de Kasserine » et formant des bassins sédimentaires séparés de la mer par des hauts-fonds. Au fond de ces bassins se sont disposés des sédiments phosphatés formés de matière organique animale mélangée à des minéraux divers surtout de nature phosphatée.
- 4- Le minéral de la roche phosphatée est l'apatite faite de phosphate fluoré de calcium.
- 5- Les gisements ne sont exploitables que si
  - leur épaisseur est grande
  - on peut y accéder facilement
  - leur teneur en  $P_2O_5$  est égale ou supérieure à 25%.

## EXERCICE 3

Les bassins phosphatés anciens ont les caractéristiques suivantes :

- a- ils sont peu profonds
- b- Ils sont alimentés par des courants ascendants, riches en  $HPO_4^{--}$ .
- c- Ils sont alimentés par de la matière organique provenant surtout de cadavres d'animaux planctoniques abondants.
- d- Leur fond est confiné et où les bactéries peuvent accomplir la putréfaction des cadavres animaux (l'odeur fétide des phosphates proviennent de cette putréfaction en milieu anaérobie).
- e- Ils sont très peu alimentés par des dépôts terrigène (le climat étant aride et sans cours d'eau).

## EXERCICE 4

1- Le phosphate renferme une forte proportion de matière organique combustible et qui noircit à la chaleur. Des microorganismes vivants dans les bassins sédimentaires phosphatés ont accumulé du phosphore dans leur squelette ou dans leur test. Après leur mort, leurs cadavres s'engouffrent dans une boue peu aérée et se décomposent sous l'action des bactéries. Ainsi, tests, coprolithes, dents, os se consolident avec la boue des fonds formant des sédiments phosphatés (l'odeur fétide est due à la matière organique putréfiée). Il s'agit d'une **origine organique**.

2- une bonne proportion de la roche phosphatée est formée d'apatite. (phosphate fluoré de calcium). Les ions phosphates ( $HPO_4^{--}$ ) ramenés depuis les fonds marins par les courants ascendants froids vont se mélanger aux ions  $Ca^{++}$  se trouvant dans les eaux superficielles chaudes. Lorsque certaines conditions sont réunies (baisse du taux de  $CO_2$ , variations brusques de la température...), le mélange ions  $HPO_4^{--}$ , ions  $Ca^{++}$  va précipiter donnant du phosphate. Il s'agit là d'une **origine chimique**.

# LE PETROLE

## EXERCICE 1 :

Quelles conclusions tirez-vous des résultats des expériences du tableau ci-après?

Voir les schémas de la page suivante.

Expériences	Résultats	Conclusions
1- on verse du pétrole dans de l'eau	Le pétrole surnage l'eau  Schéma A (page 67)	Le pétrole brut a une densité plus faible que celle de l'eau. (0,75 à 0,99 contre 1)
2- on bouche le tube à essai avec le doigt et on agite puis on laisse reposer	Le pétrole se repartit dans l'eau sous forme de gouttelettes. Au repos les gouttelettes remontent à la surface.  Schéma B et C (page 67)	Le pétrole est insoluble (non miscible) dans l'eau avec laquelle il forme une émulsion instable.
3- versons du pétrole brut sur du papier puis rapprochons le papier d'une flamme	On obtient une tâche translucide qui disparaît progressivement en chauffant  Schéma D (page 67)	Le pétrole brut est un mélange de substances plus ou moins volatiles.
4- on plonge une allumette enflammée dans du pétrole brut	L'allumette s'éteint	Le pétrole brut n'est pas volatil ; pour l'enflammer on utilise une mèche.
5- allumons du pétrole brut et écrasons la flamme avec une assiette	Il se produit une flamme éclairante et chaude + L'assiette se recouvre de fumée noire (carbone non brûlé et combustion incomplète)  Schémas E et F (page 67)	Le pétrole est combustible car tous ses constituants sont des carbures d'hydrogène. La combustion du pétrole dégage de la chaleur. Le pétrole brut est une roche « énergétique »
6- on observe un échantillon de pétrole brut au microscope	Présence de micro organismes (bactéries, micro-fossiles planctoniques).  ( voir bas de la page 67)	Le pétrole est une roche sédimentaire liquide d'origine organique.

## EXERCICE 2

La formation d'un gisement de pétrole nécessite une succession d'étapes franchies dans un ordre bien déterminé :

### 1- Phase de dépôt de matières organiques planctoniques :

Les courants marins vont entraîner le **plancton** (Algues microscopiques, Bactéries...) vers des bassins côtiers **fermés**, des lagunes où l'eau est relativement **calme**, **peu profonde** et **pauvre en O<sub>2</sub>**. Les organismes à leur mort tombent et s'accumulent au fond de ces bassins. NB : Ces derniers ne deviennent plus tard pétrolifères que si le plancton y est très abondant constituant des masses énormes.

Pour échapper à la minéralisation, c'est-à-dire à l'action destructrice persistante des bactéries aérobies présentes sur le fond des bassins sédimentaires, les particules organiques doivent être **rapidement enfouies** dans les sédiments\* et mises à l'abri de l'air.

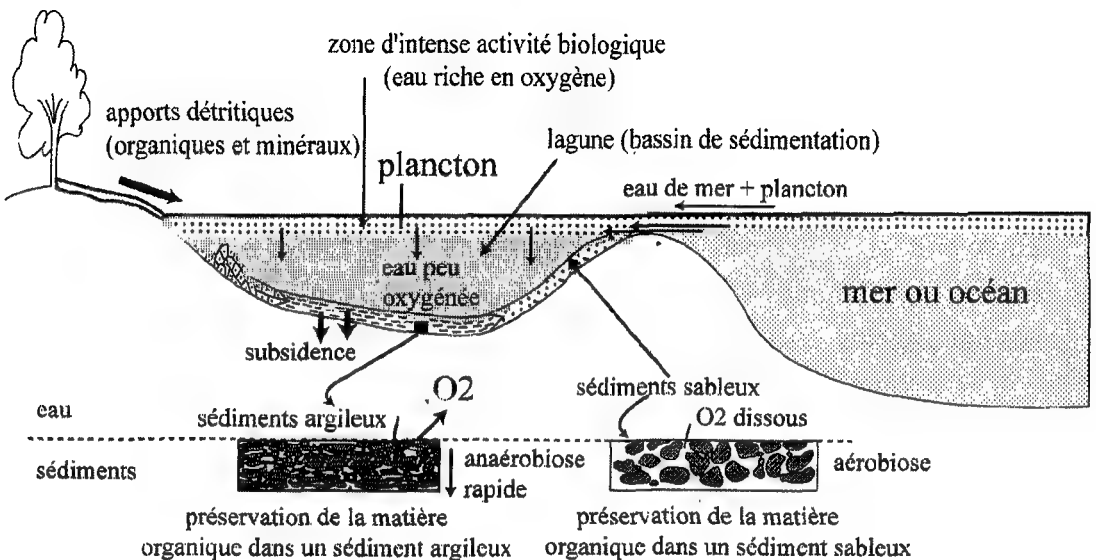
\* Ce sont les sédiments à grains fins (**vases argileuses**) qui préservent le mieux la matière organique enfouie.

### 2- Phase d'enfouissement par subsidence :

Dans les bassins sédimentaires, le dépôt de nouvelles couches de sédiments se poursuit pendant des centaines de millions d'années. La permanence des bassins suppose donc un enfoncement progressif et lent de leur fond (phénomène de **subsidence**).

Dans ces fonds dynamiques des microbes anaérobies vont transformer le plancton en **kérogène** produit insoluble, solide et de couleur noire. Le kérogène contient souvent des témoins, parfois très abondants de son **origine organique**.

### 3- Phase de maturation et formation du pétrole :



Lors de l'enfoncement, la température augmente (30°C/km) ainsi que la pression.

Il se produit un **craquage thermique** du kérogène (**maturation**) et formation d'**hydrocarbures liquides** puis gazeux.

N.B : Plus l'**enfouissement** est important, plus le craquage est important et plus grand est la proportion d'hydrocarbures gazeux formés.

Notons que le craquage est aussi fonction de la **profondeur** (ce n'est qu'au delà de 1500 m que le craquage se produit) ; mais la **température** reste le facteur prépondérant pour la formation des hydrocarbures.

L'ensemble vases-matières organiques et dérivés du kérogène forme la **roche-mère** du pétrole.

Notons que la transformation du kérogène en hydrocarbures demande des centaines de millions d'années ; c'est pour cela que le pétrole ne peut se renouveler dans un temps mesurable à l'échelle humaine : on dit que le pétrole est une **ressource naturelle non renouvelable**.

#### 4- Phase de plissement et migration :

Parmi les causes de la migration des hydrocarbures, les **mouvements tectoniques** qui occasionnent les plissements et les failles c'est-à-dire les structures pièges.

Par ailleurs, la **fluidité** des hydrocarbures formés leur confère une certaine **mobilité** ; ils sont expulsés hors de la roche-mère (**migration primaire**) par la pression des sédiments vers des zones de plus faibles pressions, et se déplacent (**migration secondaire**) dans les roches poreuses ou le long de failles grâce aux **différences de densités**, jusqu'aux structures pièges. Ainsi bloqués, les hydrocarbures se concentrent dans des **roches magasins** (ou **roches réservoirs**) enfermées elles-mêmes entre des **roches couvertures imperméables**.

Ainsi se forment les gisements que recherchent et exploitent les pétroliers.

### EXERCICE 3

a- gaz                      b- pétrole                      c- eau salée

Légende :              1- roche couverture              2- roche magasin              3- roche-mère

1) Un forage en **a** nous donne du **gaz**. En **b** on obtient du **pétrole**. Un forage en **c** nous donne de l'**eau salée**. Le plus souvent, et quelle que soit la roche qui le renferme, le pétrole surmonte l'eau salée et il est lui même surmonté par des gaz. Cette disposition s'explique par la différence de **densité** de ces 3 composants :  $D_G < D_P < D_{E.S}$

2) Il s'agit d'un « **piège anticlinal** ». La roche-magasin constitue ici un anticlinal, à grand rayon de courbure et c'est dans les parties les plus hautes des plis, sous un toit imperméable que les hydrocarbures sont pris « au piège » et s'accumulent (**gisement « fermé »**).

3) Piège par pli diapir .      Piège d'une structure faillée.

4) La couche 2 représente la **roche-magasin** ou **roche-réservoir**. Elle est **poreuse et perméable** (sable, grès, calcaire poreux ou fissuré), c'est à dire contenant des espaces reliés entre eux, donc capables de contenir et de faire circuler les hydrocarbures.

Ainsi, un gisement de pétrole n'est pas une nappe de liquide mais une roche poreuse contenant du pétrole (comme une éponge pleine d'eau).

5) La couche 1 représente la **roche-couverture**. Elle est strictement **imperméable** (argile, marne ou roche saline) et coiffe la roche magasin assurant une grande étanchéité au gisement et empêchant la fuite des hydrocarbures et leur migration vers la surface.

**N.B. :** Les roches argileuses et salines sont souples et ne se cassent pas ; elle résistent aux contraintes tectoniques et représentent de véritables barrages sur le trajet des hydrocarbures qui sont contraints de s'accumuler dans les espaces poreux de la roche magasin (« pièges à pétrole »).

6) Il a été démontré que dans la plupart des cas, les hydrocarbures ne sont pas formés là où ils se concentrent mais ils ont pris naissance ailleurs, dans les roches mères (3).

a) Celles-ci sont généralement argileuses (anciennes vases de fonds lagunaires ou marins), donc imperméables mais riches en matières organiques et au sein desquelles se sont formés les divers hydrocarbures.

Pourquoi les hydrocarbures s'accumulent-ils dans les roches-magasins plutôt que dans la roche-mère ?

b) Lorsque la roche-mère est surmontée d'une roche poreuse, les produits formés dans cette roche-mère ont tendance à migrer à l'intérieur de cette roche poreuse (**migration primaire**) et vont l'imprégner progressivement. Puis la migration continue (**migration secondaire**) et les hydrocarbures vont s'accumuler dans une **structure piège** là où une couche imperméable va stopper leur migration.

NB : La migration des hydrocarbures s'explique par :

- La densité des produits formés, qui est plus faible que celle de la roche-mère ;
- Les mouvements tectoniques qui mettent sous pression les hydrocarbures formés.

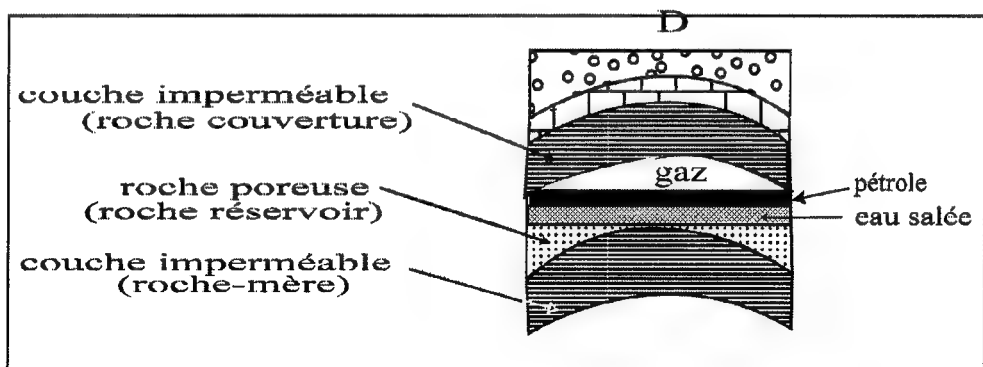
## EXERCICE 4

1° a) Seule la structure D est susceptible de contenir un gisement de pétrole car elle est formée d'une roche poreuse pouvant constituer une roche-magasin (c'est le sable), surmontée par une roche imperméable (l'argile qui forme une roche-couverture).

b) Dans les 3 autres structures, la roche poreuse (sable) est surmontée d'une roche fissurée qui ne peut pas empêcher la montée du pétrole s'il existe.

Les structures A, B et C ne sont pas des pièges à pétrole.

2°





EXERCICE 5

1- Légende : A- roche-magasin      B – roche-couverture      C – roche-mère  
                  a- gaz                    b- pétrole                    c- eau salée

2- L'ordre :

**Etape 1 :** Elle correspond au schéma 2 ; Il y a un dépôt de matière organique (plancton) dans un bassin de sédimentation, à eau calme, peu profonde et pauvre en oxygène. Ce dépôt se fait un parallèle avec des sédiments terrigènes.

**Etape 2 :** Elle correspond au schéma 1. Le fond du bassin sédimentaire s'affaisse (phénomène de subsidence) et les dépôts de matières organiques s'enfouissent et se transforment peu à peu en kérogène, sous l'action de bactéries anaérobies.

**Etape 3 :** Elle correspond au schéma 3. Sous l'action de la température, le kérogène se transforme progressivement en hydrocarbures. Comme ces derniers sont relativement légers et, compte tenu des plissements et des mouvements organiques, ils vont migrer et monter dans le sous-sol jusqu'à ce qu'ils soient bloqués par une roche imperméable.

La roche qui contient les hydrocarbures est une roche poreuse (roche réservoir).

En résumé :

Un enchaînement précis de facteurs favorables	
Etape 1	Abondance de matière organique (plancton et débris végétaux) Enfouissement rapide de cette matière (milieu réducteur) Compaction du sédiment
Etape 2	Profondeur supérieur à 2000 m Degré géothermique élevé Durée suffisante
Etape 3	Zone d'activité tectonique (plissements, failles ...) Formation de structures pièges formant réservoirs Absence d'ouverture du piège donc pérennité du gisement.

EXERCICE 6

1-  $Vitesse = \frac{distance}{temps} = \frac{5000}{30} = 167 \text{ km/million d'années}$

2- a- la température nécessaire à l'apparition des hydrocarbures est de =  
 $3 \text{ km} \times 30^{\circ}\text{C} = 90^{\circ}\text{C}$

b- En effet, la formation des hydrocarbures liquides est de l'ordre de 100°C  
alors que les hydrocarbures gazeux nécessitent un température plus élevée.

EXERCICE 7

En creusant des puits et en pénétrant le toit imperméable qui couvre un gisement de pétrole, l'homme rompt dans les profondeurs du sous-sol un certain équilibre et libère certaines forces : le pétrole monte vers la surface sous l'influence de divers facteurs :

- **Pression de l'eau sous-jacente :**

L'eau salée qui imprègne généralement la roche magasin sous la partie occupée par le pétrole peut être en relation plus ou moins directe avec la surface. Sa pression pousse ainsi peu à peu le pétrole vers le puits.

**- Pression du gaz libre :**

Du gaz peut parfois s'être accumulé dans la partie haute du gisement (chapeau de gaz). S'il est sous forte pression ce gaz prisonnier va refouler le pétrole vers les puits.

**- Expansion du gaz dissous :**

Le gaz est dissous sous pression dans le pétrole, tel le gaz carbonique dans une bouteille de soda. A l'ouverture du puits, la décompression provoque le dégagement du gaz, qui, en s'échappant, entraîne avec lui une certaine quantité de pétrole.

**EXERCICE 8**

10°C correspond à 0 m (surface du sol)

96°C correspond à une profondeur de 1900 m.

Donc l'intervalle 85°C correspond à 1900 m et 1°C correspond à  $\frac{1900}{85} = 22$  m.

Le degré géométrique est de 1°C pour 22 m c'est à dire que la température interne augmente d'1°C tous les 22 m.

**EXERCICE 9**

a- Les conditions nécessaires à la constitution d'un gisement du pétrole exploitable sont :

- l'existence d'une **roche-réservoir poreuse et perméable** susceptible d'accumuler du pétrole.

- l'existence d'un **toit imperméable** arrêtant la migration du pétrole vers le haut.

b- Au cœur du 2<sup>e</sup> anticlinal, dans une disposition comparable à celle du 1<sup>ère</sup> gisement, sous la faille qui met en contact des sables (roches-réservoirs) et des d'argiles (toit imperméable).

**EXERCICE 10**

Il faut penser qu'il y a eu **migration des hydrocarbures** après leur formation dans les roches-mères.

Les facteurs de ce déplacement ne sont pas connus avec exactitude mais il semble que les **mouvements tectoniques**, la **densité** des hydrocarbures (plus légers que l'eau) contribuent à cette migration dans les roches **poreuses et perméables**, vers la surface du sol.

La migration n'est arrêtée que par les **roches imperméables** (roches argileuses ou salines) situées au-dessus des réservoirs.

**EXERCICE 11**

Les géologies ont fait un certain nombre de remarques à propos du pétrole :

- il est toujours associé à de l'eau salée et à des sédiments marins ou lacustres ;
- il contient des substances qui ne peuvent être fabriquées que par des êtres vivants,
- les roches-mères contiennent des fossiles marins.

\* Toutes ces observations conduisent à émettre l'hypothèse suivante: le pétrole provient de la décomposition de cadavres d'algues et d'animaux marins, microscopiques pour la plupart, sous l'action de bactéries (fermentations).

\* Microorganismes, Phytoplancton, Bactéries ont la productivité la plus forte dans les milieux aquatiques marins à 95%, où prennent naissance des hydrocarbures, ceci s'explique par leur taux de renouvellement élevé (multiplication rapide).

Ils constituent aussi l'essentiel de la matière première des pétroles. Leur répartition universelle explique que les hydrocarbures soient indifféremment répartis aussi bien dans l'espace que dans le temps.

\* Le kérogène contient de nombreux témoins de son **origine organique** (algues microscopiques, Bactéries, spores...)

Le pétrole est donc essentiellement **d'origine planctonique** et c'est toujours **en bordure de mer** qu'il s'est formé.

## EXERCICE 12

Un certain nombre d'observations vont nous permettre de la démontrer.

a) L'analyse chimique des pétroles montre, à côté des carbures d'hydrogène, d'autres substances organiques qui n'ont pu être produites que par des êtres vivants.

b) On a découvert dans certains pétroles des microbes vivants capables de transformer des matières grasses en mélange de carbures d'hydrogène ; ces transformations ou fermentations ne se produisent qu'à l'abri de l'air.

c) On a obtenu expérimentalement des pétroles en traitant des matières grasses animales, des huiles de poisson par exemple, dans des conditions déterminées de température et de pression.

Le pétrole est **d'origine organique** et provient de la **fermentation microbienne** de matières grasses fournies par des êtres vivants.

## EXERCICE 13

Le pétrole brut est un liquide que l'on extrait du sous-sol de certaines régions. Mais tel quel, le pétrole brut est inutilisable : on le traite dans des raffineries afin de séparer :

- des **gaz** (butane, propane...) pouvant servir pour le chauffage;
- de l'**essence** utilisée comme carburant dans les moteurs d'avions et d'automobiles ;
- des **solvants** utilisés pour fabriquer des vernis, des peintures et des produits d'entretien ;
- du **kérosène** (ou pétrole) servant surtout de carburant dans les réacteurs d'avions ;
- du **gas-oil** utilisé dans les moteurs diesel ;
- du **fuel-oil**, nommé aussi **mazout**, utilisé comme combustible pour le chauffage central, le chauffage des fours et des chaudières ;
- des **huiles** de graissage, de la **paraffine**, du **bitume** appelé plus souvent asphalte...

## EXERCICE 14

1- Le procédé permettant d'obtenir les dérivés du pétrole est la distillation qui se réalise dans des raffineries.

2- Porté à des températures de plus en plus élevées (50° à 300°), il donne successivement :

- des **gaz combustibles** (tel le butane) qui, enfermés sous pression dans des bouteilles métalliques, servent à alimenter les réchauds ;
- de l'**éther de pétrole** ;
- de l'**essence de pétrole**, employée dans les moteurs à explosion (automobiles, avions etc.) ;

- du **pétrole lampant** ou **huile de pétrole**, servant, autrefois surtout, à l'éclairage ;
- des **huiles lourdes** : **gasoil** pour les moteurs Diesel, mazout, huiles de graissage.

On en retire aussi de la **paraffine** et de la **vaseline**. Le résidu solide de la distillation est le **coke de pétrole**.

## EXERCICE 15

Les hydrocarbures sont des composés binaires de **carbone** et **hydrogène**. Ils entrent dans la composition du pétrole brut, des gaz naturels et des bitumes solides. Ils sont tous **combustibles**.

**N.B.** : Outre les hydrocarbures, le pétrole brut renferme des composés à N (azote) à S (soufre) et à O (oxygène).

## EXERCICE 16

1- a) La courbe 1 montre que la production maximale d'hydrocarbures se situe à des profondeurs de 3000 m environ.

b) A cette profondeur la température se situe entre 90 et 130°C.

2- La courbe n°2 montre que la teneur des sédiments en hydrocarbures :

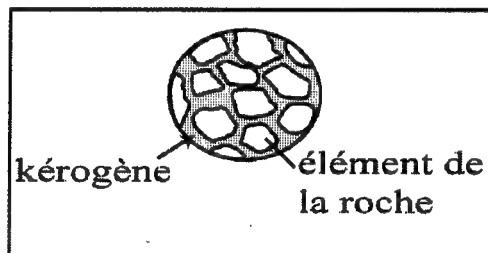
- reste constante et relativement faible jusqu'à 2000 de profondeur environ.
- croît rapidement à des profondeurs supérieures.

3- Au laboratoire, et à des températures supérieures à 450 °C on obtient des huiles puis des gaz à partir de la matière organique et plus la température s'élève, plus il y a formation d'hydrocarbures gazeux.

Dans la nature, ce phénomène de transformation (on dit encore maturation) de la matière organique s'effectue à des températures moins élevées (jusqu'à 200°C). Mais il faut tenir compte du facteur « temps ». Alors qu'au laboratoire les transformations se produisent en quelques heures ou en quelques jours, dans la nature, elles peuvent durer plusieurs millions d'années.

## EXERCICE 17

Comme la roche magasin est constituée de pores multiples et très fins, on n'en retire pas la totalité du pétrole. Dans un m<sup>3</sup> de roche, il y a environ 160 litres de pétrole, mais on ne peut en retirer, en général que 30 à 40 litres.



## EXERCICE 18

1- Pour se transformer en roche carbonée, les matières organiques essentiellement marines qui les constituent doivent :

être rapidement **mises à l'abri de l'oxygène** de l'air par des sédiments fins.

- Subir une **maturation** sous l'action de températures élevées appliquées durant un temps suffisant.

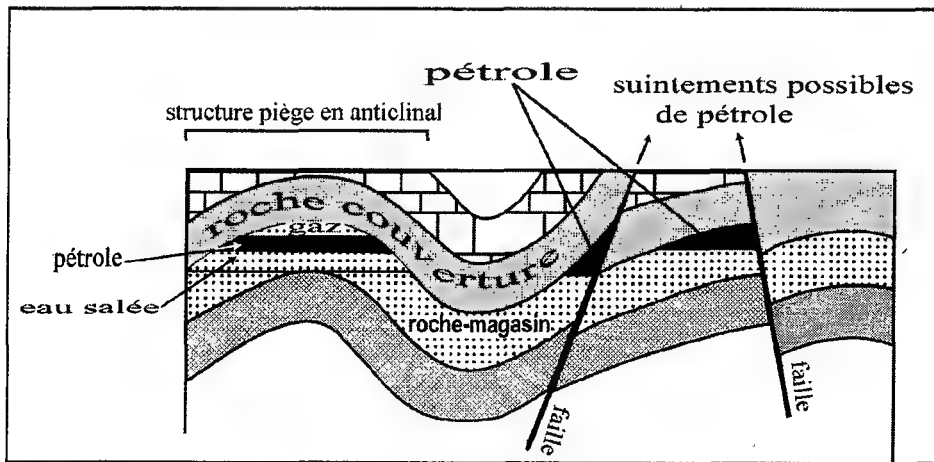
**N.B. :** Selon les conditions de maturation (température et durée) qui varient avec la **profondeur** d'enfouissement et sa **durée**, les hydrocarbures formés sont **liquides** au **gazeux**.

2- Les hydrocarbures, qu'ils soient liquides (essence kérosène...) ou gazeux (propane, butane,...) présentent un certain nombre de **caractères communs** :

- ils ne se forment qu'en **absence d'oxygène** (milieu anaérobie),
- ils sont **combustibles**,
- ils sont **carbonés**,
- ils sont **fractionnables** en molécules organiques plus ou moins légères.
- Malgré leur répartition universelle, leur localisation reste limitée à des environnements géologiques de structure et d'âge bien définis.
- Ils sont **assez rares** : Seule une très faible partie de la biomasse produite dans les bassins de sédimentation est fossilisée sous forme d'hydrocarbures.

## EXERCICE 19

1- 2:



3- Il arrive qu'à la faveur des failles, le pétrole atteigne les terrains de surface, il suinte à l'air libre et constitue un indice précieux pour les chercheurs de pétrole (ces derniers font alors des sondages pour se rendre compte si les terrains sous-jacents renferment un gisement intéressant).

## EXERCICE 20

Matière organique – sédiments fins - anaérobies - Lagunes - l'enfouissement  
température - Migration - densité - roches-magasins - roches poreuses.

## EXERCICE 21

1- Les suintements de pétrole observés permettent aux géologues de soupçonner l'existence d'un gisement de pétrole.

2- Les multiples forages effectués sur ses flancs ont donné les résultats suivants :

- Le forage en **a** produit un jet d'**eau salée**, le niveau d'eau baissant, un jet de pétrole.
- Le forage en **b** produit un jet de **pétrole**.
- Le forage en **c** donne lieu à un dégagement de **gaz**.

3- **A** : il s'agit d'une **lentille « ouverte »** et les hydrocarbures ne sont pas totalement piégés ; ils **suintent** à la surface du sol.

**B :** Il s'agit d'une **lentille « fermée »** en forme d'un fuseau, entouré partout de roches imperméables et dont la structure peut être déduite grâce à de multiples forages.

**C :** Il s'agit d'un **piège anticlinal**.

## EXERCICE 22

1- **A :** est un piège en biseau.

**B :** est un piège en dôme ou en anticlinal.

**C :** est un piège d'une structure faillée.

**D :** est un piège lenticulaire.

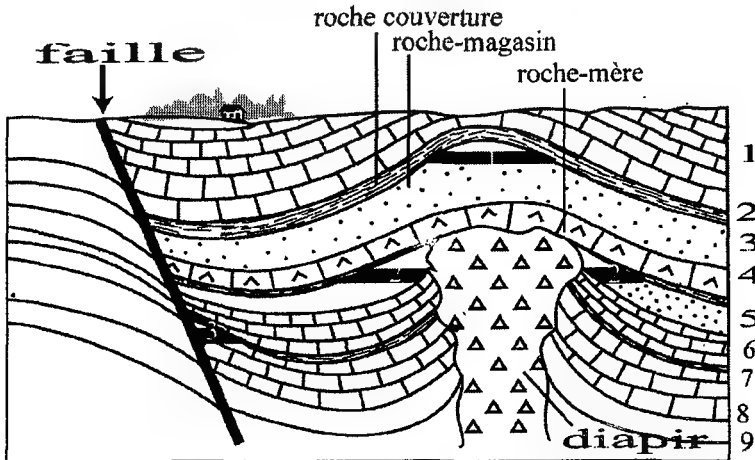
2- \* Tous ces pièges sont constitués de **roches-magasins poreuses** surmontées de **roches couvertures imperméables**.

\* On retrouve dans les différentes roches-magasins 3 composants qui sont du bas vers le haut : de l'**eau salée**, du **pétrole** et des **gaz**.

3- Les gaz naturels qui accompagnent le pétrole sont à la surface de celui-ci, leur densité étant inférieure à celle du pétrole.

## EXERCICE 23

1-



- 1- piège en anticlinal
- 2 - pièges en biseau ou pièges diapirs.
- 4- piège par faille

2-Le piège n°1 est un **piège anticlinal**. Les pièges n°2 et 3 sont des **pièges par pli diapirs ou plis en biseaux**.

Le piège n°4 est un **piège par faille** ou par mouvement tectonique cassant.

2- Un piège à pétrole est une roche-réservoir obligatoirement **poreuse** et **perméable** recouverte nécessairement d'une roche-couverture **imperméable**. Les mouvements tectoniques contribuent aux déformations des couches sédimentaires ; quant aux pressions et aux densités des fluides, ils contribuent à la **migration** puis à l'accumulation des hydrocarbures.

# LES ECOSYSTEMES

## EXERCICE 1

### 1) L'écosystème :

On appelle écosystème l'ensemble formé par une **biocénose** et le **biotope** qui la porte. Ces 2 composantes sont indissociables.

Tout écosystème a une **structure** ; il est **organisé** « On le compare à un super-organisme, ayant son anatomie, sa physiologie, son développement ».

**2) Le biotope** : Le biotope (de bios = vie, topos = emplacement) est le lieu où vivent des êtres vivants. Il est caractérisé par 3 types de facteurs :

- \* **facteurs climatiques** : lumière, température, précipitations, vent, sécheresse...
- \* **facteurs édaphiques** (le sol en milieu terrestre, l'eau en milieu aquatique) ;
- \* **facteurs biotiques** (ensemble des relations entre les êtres vivants).

Le biotope est **limité dans l'espace** et tous les facteurs cités y sont identiques d'un point à un autre. L'espace ainsi défini, peut être une forêt, une prairie, une colline boisée, un étang, un marécage, une falaise, etc..

NB : Le biotope joue un rôle capital dans la composition de la biocénose, tandis que la biocénose exerce sur le biotope une action modelante très importante.

**3) La biocénose** : (de bios = vie, koinos = ensemble). Ce terme désigne l'ensemble des **populations animales et végétales** vivant en commun dans un biotope donné, caractérisé par des facteurs écologiques relativement homogènes. Tous les êtres vivants d'une mare, d'une forêt, d'une prairie... forment autant de biocénoses.

Une biocénose est un **système équilibré** ou qui tend vers un **équilibre**.

NB : Les écologistes distinguent parfois, dans une biocénose, une phytocénose groupant tous les végétaux et une zoocénose groupant tous les animaux.

### 4) La population :

Ce terme désigne un **ensemble d'individus** appartenant à la **même espèce (animale ou végétale)**, vivant dans un **espace délimité** et susceptibles de se reproduire entre eux.

**5) Un peuplement** : c'est l'ensemble des populations d'une biocénose. Le peuplement végétal est appelé **flore**, le peuplement animal s'appelle **faune**.

## EXERCICE 2

Les êtres vivants, dont l'ensemble constitue la biosphère, sont donc liés les uns aux autres notamment sur le plan trophique (alimentaire). Dans le milieu où ils vivent, ils sont organisés en un ensemble fonctionnel constituant un niveau d'organisation supérieur par rapport à l'organisme individuel. Cet ensemble est caractérisé par les relations établies par les êtres vivants entre eux et avec leur milieu : c'est un **écosystème**.

Un écosystème correspond à un ensemble d'êtres vivants (une **biocénose**) habitant un milieu donné caractérisé par les conditions physico-chimiques qui y règnent (**un biotope**). On parlera ainsi d'écosystème à propos d'une prairie, d'un estuaire, etc.

$$\text{Ecosystème} = \text{Biotope} + \text{Biocénose}$$

Les êtres vivants appartenant à un écosystème sont liés entre eux par des relations multiples, directes et indirectes, principalement de nature trophique : cela signifie que chaque être vivant y sert de nourriture à d'autres êtres vivants. Les êtres vivants d'un même écosystème

constituent ainsi **des réseaux trophiques**. Dans chaque écosystème, 3 catégories d'êtres vivants cohabitent :

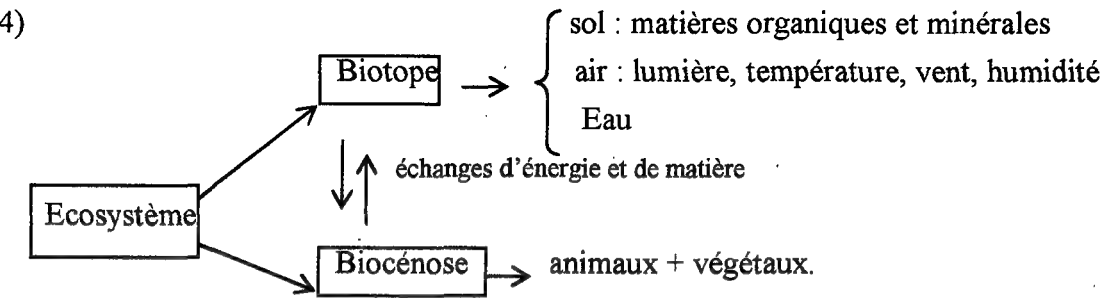
- Les **producteur primaires**, seuls organismes capables de synthétiser de la matière organique à partir de matière minérale ;
- Les **consommateurs** qui consomment la matière organique des autres êtres vivants et rejettent à la fois des déchets organiques (**excréments**) et minéraux (**CO<sub>2</sub>**) ;
- Les **décomposeurs** qui transforment la matière organique issue de tous les êtres vivants (déchets, cadavres, etc...) en matière minérale (fig. 1 p. suivante).

EXERCICE 3

- a) → 4      b) → 2    c) → 5    d) → 6  
e) → 7      f) → 1    g) → 8    h) → 3

EXERCICE 4

- 1- Une biocénose est formée de populations d'animaux et de végétaux formant ensemble le peuplement d'un biotope donné.
- 2- Les interactions entre les individus d'une biocénose sont surtout trophiques (prédation ; parasitisme ; symbiose; commensalisme...) avec :  
Producteurs → Consommateurs I → Consommateurs d'ordres supérieurs.
- 3)    \* Micro écosystème : exemples : tronc d'arbre ; sous une pierre ou un rocher.  
      \* Mésosystème : exemples : une forêt, un oued, un lac, un chott, une oasis...  
      \* Macro écosystème : mer, océan , biosphère ...



EXERCICE 5

1°

1- Faux	3- Faux	5- Faux	7- Faux
2- Faux	4- Vrai	6- Vrai	

2° 1- L'ensemble des animaux et l'ensemble des végétaux constituent la biocénose de l'écosystème.

- 2- Les facteurs climatiques constituent la composante climatique du biotope de l'écosystème. Il reste la composante édaphique ou matérielle (sol, eau).
- 3- Les facteurs édaphiques constituent une composante du biotope d'un écosystème.
- 4- Vrai.
- 5- La biocénose et le biotope sont deux éléments très liés de l'écosystème.
- 6- Vrai.
- 7- Dans un écosystème, le peuplement est formé d'individus de même espèce.



## EXERCICE 6

- a) Oui, il s'agit d'un écosystème et plus précisément d'un micro écosystème puisqu'il comporte
- un **biotope** (sol bien déterminé) +
  - une **biocénose** (êtres vivants vivant ensemble dans les mêmes conditions).
- b) Il y a des **facteurs édaphiques** (sol).  
 Il y a des **facteurs climatiques** (peu de lumière ; humidité)  
 Il y a des **facteurs biotiques** (présence d'êtres vivants ayant des relations et des interactions entre eux et avec leur biotope).

## EXERCICE 7

1 → b, c	2 → c, e
----------	----------

## EXERCICE 8

Dans un écosystème, les relations trophiques peuvent être représentées de différentes manières :

- par des **chaînes alimentaires** qui mettent clairement en évidence la notion de transfert de matière d'un maillon au suivant ;
- par une représentation sous forme de **réseau** qui traduit la complexité des relations alimentaires, due à une très grande imbrication des chaînes alimentaire ;

## EXERCICE 9

1- Le **biotope** est l'ensemble non vivant qui renferme toutes les ressources suffisantes pour assurer la vie des êtres qui y vivent (une température clémente ; une eau tiède ...).

La **biocénose** est l'ensemble vivant ou biotique représenté par la faune et la flore (ici une riche végétation aquatique, des oléastres, des lentisques, des oiseaux et plusieurs mammifères).

2- Ces deux ensembles forment un écosystème et plus exactement un **méso-écosystème**, groupant donc un peuplement, c'est-à-dire un ensemble de populations animales et végétales.

## EXERCICE 10

- 1- Il s'agit d'une **association végétale**.
- 2- Une association végétale est un ensemble d'espèces végétales qui existent en même temps dans un même biotope quand certaines conditions sont réunies (pluviométrie et températures convenables).

## EXERCICE 11

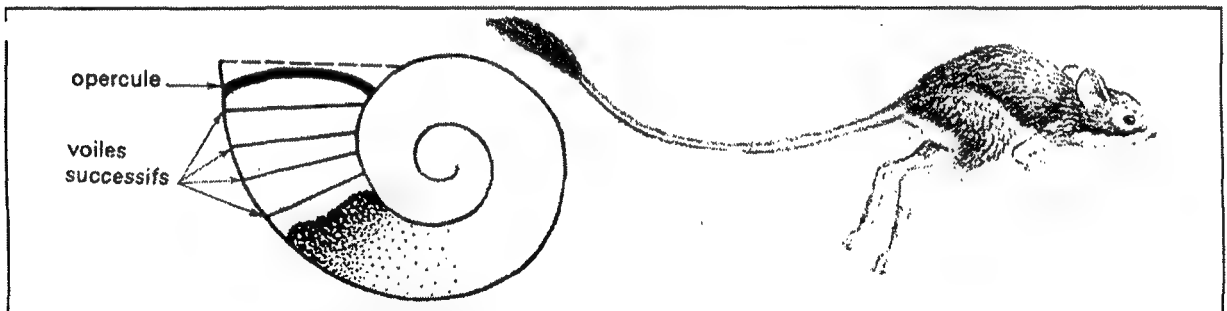
- 1- Il s'agit d'un macro écosystème aquatique.
- 2- a- Peuplement végétal : 2 espèces d'Algues.  
 b- Biotope : eaux fluviales, bien ensoleillées, peu profondes.  
 c- Une biocénose : Crevettes + Algues.  
 d- L'un des facteurs climatiques : une température qui varie entre 18,5 °C et 20,5 °C.  
 e- La salinité est située entre 1,2 g/l et 2 g/l..

# QUELQUES ADAPTATIONS

## EXERCICE 1

### ADAPTATIONS COMPORTEMENTALES

- Les mammifères, plus fragiles que les reptiles et les insectes sont sans cesse en quête d'**ombre** pour se mettre à l'abri et échapper au soleil brûlant et à la déshydratation.
  - Certains mammifères, ainsi que plusieurs espèces animales mènent une mode de vie **nocturne**, ce qui leur permet d'éviter une exposition mortelle. (insectes et arachnides comme les scorpions)
  - Certains animaux mènent une vie **endogée** c'est à dire sous terre car la terre est un excellent isolant thermique (pour une température du sol de 45°C correspond une température de 20°C à 5 cm et de 12,5 °C à 10 cm).
- Ainsi la Gerboise, le Fennec recherchent refuge dans des terriers frais ; les lézards et les geckos se mettent à l'abri dans des trous-ou dans une fente de rocher.
- Certaines tendances à se déplacer par saut.
  - Certains animaux et certains insectes volent pour limiter l'exposition au soleil brûlant ; les sauterelles par exemple s'envolent toutes les 4 minutes quand le soleil atteint 50°C.
  - Certains animaux vivent perchés, afin de lutter contre la chaleur (la différence de température entre la surface du soleil et l'air est de 20°C environ).
  - La vipère à cornes se déplace par mouvements latéraux en hélice, ce qui limite le contact de son corps avec le sable brûlant.
  - Certains de ces animaux recherchent des aliments contenant de l'eau y compris les graines sèches et les plantes grasses.
  - Les escargots rentrent dans leur coquille lorsque l'atmosphère est sèche et le terrain sec. Lorsque la sécheresse persiste, ils obturent d'un voile imperméable leur demeure et entrent en sommeil tant que le défaut d'humidité se fait sentir.
- En cas de jeûne prolongé, l'animal maigrit et forme de nouveaux voiles au fur et à mesure qu'il se retire vers le sommet de sa coquille. Le sommeil estival de l'animal voilé se passe, suivant les espèces, sous abri ou sur un support quelconque, à une hauteur variable avec le degré hygrométrique de l'air.
- Les termites creusent leur terrier d'une façon orientée contre le soleil.



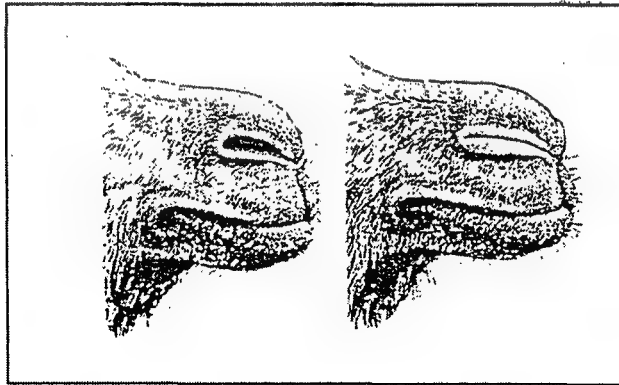
Escargot voilé et operculé

rat kangourou en saut

## EXERCICE 2

### ADAPTATIONS MORPHOLOGIQUES

- Le Dromadaire (*Camelus dromedarius*) a un **estomac énorme** qui peut stocker jusqu'à 12,5.l d'eau. Assoiffé, le Dromadaire peut absorber une grande quantité d'eau (10 litres en 10 mn). Lorsque l'eau fait défaut, il recherche les plantes grasses gorgées d'eau comme les cactées par exemple.
- Le Dromadaire possède des muscles spéciaux qui permettent d'ouvrir et de fermer à volonté ses orifices nasaux, ce qui lui est d'une grande utilité quand de violentes tempêtes soufflent sur le désert.



- Le Dromadaire possède **une toison** c'est à dire une fourrure épaisse de 10 cm qui joue le rôle d'écran qui limite l'échauffement de la peau et conserve une couche d'air isolante ; quand la température de l'air atteint 70°C, elle n'est que de 40°C au niveau de la peau. La sudation chez cet animal n'a lieu que si la température interne du corps atteint 41°C ; ainsi le Dromadaire perd très peu d'eau par sudation. Par ailleurs, les **cornets** se trouvant dans les fosses nasales du Dromadaire sont hygroscopiques, c'est à dire capables d'absorber l'humidité de l'air.

Les **longues pattes** du Dromadaire isolent le corps de la chaleur du sol ; elles n'ont **pas de sabots** mais 2 orteils qui assurent une surface de contact importante réduisant l'enfoncement. Elles ont également une **sole plantaire épaisse** qui diminue l'échauffement.

- Le Fennec ou Renard du Sahara possède de **grandes oreilles** tapissées d'une peau riche en vaisseaux sanguins qui augmentent le contact avec l'air et permet une régulation thermique et une lutte contre l'échauffement.
- Plusieurs insectes et arachnides ont des **brosses de soie** ou des poils à la base de leurs appendices (pattes) qui **facilitent le déplacement sur le sable brûlant**. Par ailleurs, les appendices sont relativement longs, ce qui permet de dresser le corps bien au-dessus du sable chaud.

## EXERCICE 3

### ADAPTATIONS PHYSIOLOGIQUES

• **Le Dromadaire** : Il possède une **bosse de graisse** de 20 à 45 kg (23 kg le Chameau) : au fur et à mesure que cette graisse est utilisée par l'organisme, il se forme par oxydation, une certaine quantité d'**eau métabolique** qui est aussitôt mise en circulation par le sang (1 kg de graisse correspond à 2 l d'eau).

- **Le Dromadaire** élimine une **urine très concentrée** en substances dissoutes (donc qui contient moins d'eau). Il y a une forte rétention d'eau par les reins.

- Les **fèces (excréments)** du **Dromadaire** contiennent seulement 50% d'eau (85% pour le Bœuf et 65% chez l'âne).

- La déshydratation du **Dromadaire** ne provoque pas de troubles graves si la quantité d'eau perdue ne dépasse pas les 30% du poids du corps (chez l'homme, une déshydratation qui diminue de 15% le poids du corps entraîne des troubles graves).

- **Le Dromadaire** possède un **mécanisme de thermorégulation** comme tous les homéothermes (animaux à sang chaud). Mais il présente en plus des variations de température interne peu commune qui lui permettent d'économiser l'eau : sa température peut s'élever jusqu'à 41°C sans que l'animal lutte en transpirant ou en haletant pour l'abaisser.

Cette chaleur emmagasinée le jour est libérée pendant la nuit, ce qui refroidit le corps avant le jour suivant (34°C seulement en début de journée).

• Les plupart des **rongeurs désertiques** (exemple de la Gerboise du Sahara) ne boivent jamais et peuvent être conservés en captivité sans perdre de poids, avec une nourriture sèche ne contenant que 10% d'eau et dans une atmosphère très sèche. Pourtant ces animaux contiennent autant d'eau que les autres mammifères, et comme eux, ils en perdent continuellement. Eux aussi ils ont besoin d'eau, où la prennent-ils ? Ils la récupèrent presque exclusivement de l'**oxydation des aliments** par l'organisme. Mais cet apport est si faible qu'il ne peut être compensé que par des mécanismes spéciaux d'économie d'eau : **très peu d'urine ; excréments secs ; évaporation faible** (50% de celle des rats).

• **La fouette-queue ou Uromastix** (reptile) : c'est un lézard qui s'alimente principalement de plantes grasses. Elle a une queue massive riche en **graisse** dont l'oxydation libère de l'**eau métabolique** qui est conduite par le sang aux différents organes.

- L'évapotranspiration pulmo-cutanée de l'animal est très faible, ce qui limite les pertes d'eau.

- Les urines sont émises à l'état solide (calculs cloacaux) et les fèces sont quasi solides et ne renferment qu'une quantité infime d'eau.

- La fouette-queue peut résister à une déshydratation importante qui diminue son poids corporel de 50% au bout de 46 jours, sans une diminution importante du taux d'eau corporelle (qui passe de 68% à 61%).

• **Chez certains mammifères :**

Exposé au soleil, l'organisme de certains mammifères lutte contre l'élévation de température en **transpirant** (quand la présence de glandes sudoripares le lui permet) et en **haletant**, ce qui produit un certain refroidissement par évaporation pulmonaire.

Aux approches de la température létale (42 à 43°C pour le **rat-kangourou**, par exemple), il se produit une abondante sécrétion de salive destinée à rafraîchir l'animal.

• Le Fennec possède de grandes oreilles très vascularisées ce qui permet le refroidissement du sang et par suite le rafraîchissement du corps.

• Un autre phénomène physiologique qui contribue au maintien dans les déserts de certains petits mammifères ou certains reptiles : ces animaux tombent en **léthargie** pendant les périodes les plus chaudes et les plus sèches de l'année. Ce sommeil pendant la saison chaude se nomme **estivation** et présente les mêmes caractères que l'hibernation : la température interne s'abaisse, le métabolisme se ralentit.

Certains petits herbivores, dont le cycle vital est strictement dépendant de la période de végétation, ne survivent que grâce à cette faculté. C'est ainsi que la tortue terrestre (*Testudo horsfieldi*) et le souslik jaune (*Citellus fulvus*), qui ne disposent des plantes éphémères dont ils se nourrissent que pendant trois mois, tombent en **léthargie** tout le reste de l'année.

\*\* Les **arthropodes** et les **arachnides** possèdent un **tégument imperméable** qui empêche les pertes d'eau des tissus.

Certains invertébrés (comme les **scorpions** et les **araignées** par exemple) sécrètent une mince couche de cire imperméable pour éviter le dessèchement de leur cuticule.

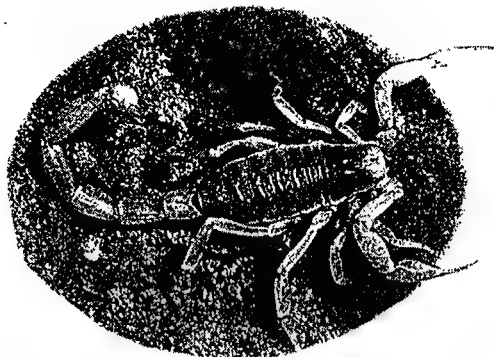
\*\* Les **insectes** sécrètent une **urine quasi solide** (calculs urinaires) ; il y a rétention d'eau par les tubes de Malpighi avant l'excrétion.

\*\* Chez les arthropodes, les stigmates respiratoires ne s'ouvrent que lorsque la quantité de  $CO_2$  dépasse un seuil ; cela réduit les pertes d'eau par évaporation et évite la déshydratation.

\*\* Les **scorpions** et les **galéodes** peuvent perdre jusqu'à 40% de leur poids corporel mais une température de  $50^\circ C$  peut leur être fatale.



La vipère se déplace en hélice.



Le scorpion possède un venin puissant qui lui permet d'économiser de l'énergie en suppléant aux efforts physiques et à la chasse.



Le lézard à collier se cache dans les rochers ou le sable pour fuir la chaleur et contrôle sa température interne.



Le rat-kangourou, habitant des dunes, vit dans de fraîches galeries.

## EXERCICE 4

2- Les **sources d'eau** pour le Dromadaire sont : l'eau de boisson, l'eau contenue dans les aliments, l'eau stockée dans les tissus de l'animal et enfin, l'eau métabolique qui provient de l'oxydation des graisses situées au niveau de la bosse. En effet, au fur et à mesure que la graisse est utilisée par l'organisme, il se forme par oxydation une certaine quantité d'eau qui est aussitôt mise en circulation par le sang.

3- Un Dromadaire non abreuvé pendant quelques jours perd de l'eau et son corps se déshydrate peu à peu. Le Dromadaire perd de l'eau par la respiration, par la sudation, par les urines et par les excréments. Lorsqu'il y a un manque d'eau, l'animal fait face naturellement de plusieurs façons, réduisant ainsi les pertes d'eau :

- en éliminant une **urine concentrée** en substances dissoutes et donc pauvre en eau.
- en éliminant des **fèces presque sèches**.
- en augmentant l'**oxydation de graisse**.
- en limitant la **sudation** (grâce à une toison importante) qui atténue la chaleur externe reçue par la peau. La sudation n'a lieu que si la température interne du corps atteint ou dépasse 41°C.

## EXERCICE 5

1) La toison du chameau non rasé peut avoir une épaisseur de 10 cm. Elle joue un rôle d'écran qui limite l'échauffement de la peau de l'animal et conserve une couche d'air isolante. En effet, quand la température de l'air atteint 70°C, elle n'est que de 40°C au niveau de la peau, c'est à dire la température interne du corps. Ainsi la sudation n'a pas lieu et les pertes par évaporation restent infimes.

2) Le Dromadaire réduit ses pertes d'eau :

- En éliminant une urine très concentrée en substances dissoutes, donc qui contient peu d'eau. Celle-ci est fortement retenue par les reins.
- En éliminant des excréments quasi secs (contient seulement 50% d'eau).
- En augmentant sa température interne pendant le jour (40°C) et en la libérant pendant la nuit, ce qui refroidit le corps avant le jour suivant.

3) Le moyen le plus efficace qui permet au Dromadaire de compenser les pertes d'eau c'est l'**oxydation de la graisse** de sa bosse ; en effet, cette oxydation libère de l'**eau métabolique** qui alimente les divers tissus de l'animal.

## EXERCICE 6

Les adaptations à l'enracinement chez les plantes xérophytes sont d'ordre anatomopathologistes et structurales. En effet, les systèmes racinaires de ces plantes ont un développement spectaculaire :

▲ Développement dans le sens **vertical** ou **en profondeur** : certaines plantes ont des racine dépassant 10m exploitant les eaux de profondeur (exemple: *Atriplex halimus* ou Gtaf) et même 60 m (cas du *Zizyphus* ou Nbag).

▲ Développement dans le sens **horizontal** : les racines de certaines plantes xérophytes peuvent s'étendre sur plus de 10m exploitant les eaux de surface (Tamarix gallica ou Tarfa) et de 40m (Pistacia atlantica ou Battoum)

▲ Développement en **volume** : certaines plantes ont des racines en touffes exploitant plusieurs mètres cubes de sol (exemple : Herbe alba ou Chih).

## EXERCICE 7

Les plantes xérophytes ont généralement un appareil aérien adapté aux conditions climatiques et édaphiques des milieux arides où elles vivent. Ces adaptations sont d'ordre morphologiques ou physiologiques. Elles intéressent les rameaux et surtout les feuilles :

### 2- Adaptation concernant les rameaux, les tiges et les racines:

\* Certaines espèces perdent leurs rameaux pendant les périodes sèches afin de limiter la transpiration ; il ne subsiste que le tronc et les branches (cas de Anabalis articulata ou Ajram ; cas du Tamarix gallica ou du Calligonum comosum).

\* Les formes cylindrique et sphérique des tiges chez les Cactées présentent des surfaces de contact avec l'air très réduites. L'épiderme de ces tiges est généralement revêtu d'une cuticule épaisse imperméable et les stomates se ferment le jour.

\* Les tiges souterraines charnues (rhizomes, tubercules) emmagasinent l'eau et la mettent en réserve.

\* Les racines tubérisées (chez l'Asphodèle) emmagasinent également l'eau.

### 2- Adaptation concernant les feuilles :

#### • Diminution du nombre de feuilles :

De nombreuses plantes xérophytes perdent leurs feuilles pendant de longues périodes de sécheresse (cas du Lycium arabicum ou Sakkoum ; cas de Rétama raetum ou R'tem ; cas de Zizyphus lotus ou Nbag et de Artemesia herba alba ou Chih).

#### • Réduction de la surface foliaire :

Les feuilles peuvent être très petites (chez Rosmarinus officinalis ou klil et chez Thymus hirtus ou Zaatar) ou transformées en épines ou en aiguilles :

- transformées en **épines** (chez Acacia tortilis ou Talh, chez Astragales armatures ou Guettet, chez calicotome villosa ou gandoul, chez Echinops spinosa on oursin épineux...).

- Transformées en **aiguilles** chez Juniperus phoenicea ou Arâar chez Pinus halepensis ou Sanaouber..

#### • Cutinisation des épidermes foliaires:

L'épiderme des plantes xérophytes est le plus souvent **cutinisé** et revêtu d'une couche de **cire imperméable** (oleae europea ou Zabbouz ). Cette structure peut être doublée intérieurement par un hypoderme lignifié, le tout empêchant l'évapotranspiration et économisant l'eau des cellules.

• **Enroulement des feuilles:** De nombreuses espèces xérophytes ont des feuilles capables de s'enrouler lorsque l'air est sec, isolant ainsi leur face inférieure riche en stomates (cas de

Psamma arenaria ou Oyat, de stipa tenacissima ou Halfa, de Lygeum spartum ou Halfa Mahbouba..)

Remarquons que pour ces espèces, les stomates de la face inférieure sont localisés au fond de cavités garnis de poils (chez Nerium oleander ou Laurier rose ou Defla).

Cette structure particulière a pour effet d'atténuer l'évapotranspiration en limitant le contact avec l'air sec.

• **Succulence des feuilles et mise en réserve de l'eau:**

Chez certaines espèces les feuilles sont gorgées d'eau et vernisées (Agave americana ou sabbara ; zygophyllum album ou Bougriba ; Suaeda mollis ou Habbet essouda...).

Les plantes succulentes réduisent également leur perte d'eau en diminuant leur surface de transpiration.

## EXERCICE 8

1- La perte d'eau au niveau des feuilles se fait par les **stomates** qui sont des orifices microscopiques pouvant s'ouvrir et se refermer selon la période de la journée, l'éclairement, l'humidité de l'air ... L'ouverture des stomates permet à la plante de transpirer et d'absorber du CO<sub>2</sub> de l'air.

Pour les plantes xérophytes comme l'oyat, les stomates se ferment lorsque l'air est sec.

2- Les feuilles de l'oyat sont capables de s'enrouler par temps sec, isolant ainsi leur face inférieure riche en stomates ; ces derniers sont localisés dans les cryptes (cavités) tapissés de poils.

Ce mécanisme réduit l'évapotranspiration en limitant le contact avec l'air et permet à la plante d'économiser l'eau.

## EXERCICE 9

Les moyens permettant la diminution de la perte d'eau chez les plantes xérophytes sont multiples :

- Une diminution du nombre de feuilles
- Une réduction de la surface foliaire (limbe étroit ; limbe minuscule ou absence de limbe)
- Un épaississement de la cuticule et son revêtement par une cire imperméable.
- Un enfoncement des stomates dans des cryptes.
- Un développement des poils.
- Un enroulement des feuilles.

Toutes ces adaptations permettent à la plante xérophyte d'économiser l'eau par diminution de la transpiration.

## EXERCICE 10

Les façons, visibles sur le schéma, par lesquelles l'échinocactus est adapté à l'aridité sont :

a) Un réseau très important de racines superficielles, proches de la surface et qui peut s'étendre sur plusieurs mètres carrés autour de la plante, exploitant massivement les eaux de surface.

Un système racinaire profond, très ramifié qui absorbe massivement l'eau des couches profondes.



b) **Succulence de la tige** et stockage de l'eau : L'eau absorbée au moment des pluies est stockée dans une **tige sphérique** et plus exactement dans un parenchyme spécial, le **parenchyme aquifère**, dont les cellules sont très grandes, possédant des vacuoles très développées. La forme sphérique présente une surface de contact avec le milieu ambiant très réduite, ce qui réduit considérablement l'évaporation.

Cette tige spéciale a également une **cuticule épaisse et imperméable** et des **stomates peu nombreux**.

c) Des **feuilles réduites** à des épines, ce qui **limite au maximum l'évapotranspiration** et les pertes d'eau et ce qui permet de dissuader les animaux de s'attribuer ces réserves d'eau.

d) Les cactus ont la particularité d'absorber le  $\text{CO}_2$  la nuit en ouvrant leurs stomates, ce qui réduit les pertes d'eau.

## EXERCICE 11

1- a) **Adaptation morphologique du système racinaire :**

- La plante n°1 possède un système racinaire en pivot, pouvant chercher l'eau à de grandes profondeurs.
- La plante n°2 montre un système racinaire à extension latérale superficielle (2a : en coupe ; 2b : en plan). Les racines empruntent les fissures pour aller chercher l'eau très loin.

b) **Adaptation physiologique du système racinaire :**

Les poils absorbants, qui sont des cellules, possèdent une **forte pression osmotique**, ce qui permet à l'eau du sol, rare et relativement concentrée d'être absorbée.

2- Ces documents 1 et 2 montrent **des organes aériens très réduits :**

- Les feuilles sont petites souvent couvertes de duvet ou d'écailles, parfois transformées en épines. Leur cuticule est généralement épaisse et cireuse et les stomates sont moins denses et moins superficiels.
- La tige est souvent minuscule.

Toutes ces particularités tendent à réduire la transpiration et économiser l'eau.

## EXERCICE 12

Les caractères morphologiques permettant à cette plante xérophyte de vivre dans des milieux arides sont :

- Des feuilles réduites, gorgées d'eau et recouvertes de poils fins : tous ces caractères limitent au maximum l'évapotranspiration et économisent l'eau.
- Des racines très développées en profondeur et latéralement, ce qui permet à la plante de rechercher et d'absorber un maximum d'eau.

Toutes ces particularités tendent à favoriser l'absorption et à économiser l'eau.

## EXERCICE 13

Les caractères permettant à cette plante de s'adapter au climat sec et aux zones arides sont :

- Des feuilles qui ont la faculté de se plier lorsque l'air est sec ; leurs stomates sont ainsi mis à l'abri, ce qui réduit la surface de transpiration et donc les pertes d'eau par évapotranspiration.

- Des racines adventives nombreuses et très développées, fixées sur un rhizome ramifié, formant une importante surface d'absorption.

## EXERCICE 14

Le Laurier-Rose arrive à préserver son équilibre hydrique grâce à :

- Des racines très développées, aussi bien dans le sens vertical (racine principale) que dans le sens horizontal (racines secondaires latérales).
- Des feuilles coriaces recouvertes d'une cuticule épaisse qui réduit considérablement l'évapotranspiration.
- Des stomates protégés dans des cryptes pilifères (cavités renfermant des poils). Ces poils retiennent l'humidité et diminuent les mouvements et le renouvellement de l'air près des stomates, ce qui limite l'évapotranspiration à leur niveau.

## EXERCICE 15

1) Durant l'hiver, les plantes sont soumises à de rudes épreuves. Le froid stoppe leur croissance et menace leur vie si elles ne possèdent pas des moyens pour survivre aux rigueurs hivernales. Ainsi, les arbres à fleurs évitent les dangers en entrant en vie ralentie, c'est-à-dire en « dormance » en faisant généralement tomber leurs feuilles. Les vaisseaux de liber, sont non fonctionnels puisque la sève élaborée ne circule plus, se bouchent par des cals. De même les gros vaisseaux de bois vont se boucher. La sève brute circule peu (il n'y a plus d'aspiration foliaire ou peu). La sève élaborée se concentre et ne circule plus. Les arbres semblent attendre, bien protégées, que la mauvaise saison passe.

2) La lumière a un rôle très important sur les végétaux puisque pour les plantes vertes autotrophes elle constitue un facteur vital. On distingue :

\* Des plantes de soleil ou héliophiles : Elles demandent un éclaircissement maximum c'est-à-dire un éclaircissement solaire direct (exemples : Tomate, Epinard, Tournesol...).

\* Des plantes d'ombre ou sciaphiles : Elles demandent beaucoup moins de soleil (exemples : Fougères et plantes des sous-bois).

NB : Lorsque les cultures sont trop denses, un phénomène d'étiollement se produit (allongement anormal des entre-nœuds) et leurs tiges deviennent fragiles. Le même phénomène se produit lorsqu'une plante, même isolée ne reçoit pas suffisamment de lumière (germes de pomme de terre, plantes d'appartement trop éloignées des fenêtres...).

3) Action du vent sur les plantes :

\* Dans certaines régions, le vent souffle toujours dans la même direction. Le port des arbres est alors modifié, ceux-ci ne pouvant développer leurs branches et leurs feuilles contre le vent. Ce port particulier est dit « en drapeau ».

## EXERCICE 16

Quelques exemples d'adaptation des animaux aux températures trop basses :

1) Les insectes peuvent suspendre leur activité et leur développement. Ces phases d'arrêt physiologique s'appellent **diapauses**.

- La Cécidomyie du blé (petite mouche parasite) passe l'hiver dans le sol sous la forme de larve de dernier stade enfermée dans un cocon. La diapause peut être très longue.

- Les Piérides du chou entrent en diapause à plusieurs stades de leur développement surtout à l'approche de l'hiver et lorsque la longueur du jour est au-dessous de 12 heures.

- Le Ver à soie : Chez lui, c'est l'œuf qui entre en diapause et passe l'hiver.

2) Les Mammifères se comportent différemment vis-à-vis du froid :

- **La Chauve-souris** passe les 9/10 de sa vie à dormir. Elle entre en hibernation quand la nourriture fait défaut ou lorsqu'il fait très froid.

\* Certaines ont une léthargie profonde et se protègent du froid en enfermant de l'air sous leurs ailes : il peut alors faire 5°C à l'extérieur et 15 à 17°C sous les ailes. La circulation sanguine est modifiée dans cette membrane.

\* D'autres augmentent leur consommation en oxygène pour élever leur température et n'utilisent pas alors leurs ailes.

- **Le Loir** se construit un nid de feuilles et de mousses dans les arbres ou les terriers. Là il dort dès le mois d'Octobre et ne sortira de son « engourdissement » qu'en Avril.

- **La Marmotte**, autre rongeur montagnard creuse un terrier dans le sol et pendant son hibernation, toutes les fonctions vitales sont ralenties. Ce sont les réserves emmagasinées en été qui assurent l'entretien de ce minimum vital, aussi l'animal perd-il plus du quart de son poids en hiver.

Notons qu'avant chaque hiver, le pelage des Mammifères devient plus épais et plus touffu ; Certains animaux sont protégés par leur graisse (Phoque..).

3) Les Reptiles et les Batraciens s'engourdissent en hiver : les serpents s'enfouissent sous les pierres, dans les vieux murs et toutes leurs fonctions vitales entrent au ralenti. Les batraciens s'enfouissent dans la vase des mares et leur respiration devient essentiellement cutanée ; le besoin en oxygène reste infime.

4) Les Oiseaux changent de plumage avant l'hiver (mue). Les plumes et le duvet sont d'excellents isolants, d'autant plus qu'ils emprisonnent des couches d'air. Par temps froid, les Oiseaux se mettent « en boule », gonflant à l'extrême leur plumage.

Certaines espèces d'Oiseaux migrent à l'approche de l'hiver (Hirondelles, Cigognes, Grues, Oies sauvages, Canards...).

## EXERCICE 17

Les plantes éphémérophytes sont des plantes de désert, ayant un cycle végétatif ( germination, croissance et reproduction) très court, coïncidant avec la période de l'année où le sol est humide

## EXERCICE 18

Les plantes reviviscentes ( exemple des Mousses et des Lickens) sont des plantes qui résistent à une déshydratation très poussée et qui ont la faculté de revenir à leur état normal lorsque l'humidité se rétablit dans le milieu.

Lorsque le milieu devient sec, les Mousses perdent beaucoup d'eau sans mourir. Elles survivent à l'état de vie ralentie durant plusieurs mois. Lorsque l'humidité se rétablit, elles s'hydratent de nouveau et leur vie redevient active et leur croissance normale.

# REPARTITION DES VEGETAUX EN TUNISIE - LES MILIEUX DE VIE

## EXERCICE 1

Parmi les facteurs climatiques, on cite la pluviométrie et la température :

- **la pluviométrie** : c'est un facteur fondamental dans la répartition des végétaux. Elle est variable selon les régions et les saisons. Elle diminue du Nord au Sud. Certaines espèces végétales exigent une pluviométrie annuelle très élevée (exemple > 800 mm/an pour le chêne Zeen ; > 500 mm/an pour le chêne liège. D'autres espèces sont adaptées au milieu aride (<100 mm/an pour l'Alfa). Certaines espèces « fuient » les régions humides (exemple : le Cactus ne peut vivre en Kroumirie).
- **la température** : elle diminue du Sud au Nord. Nombreuses espèces végétales sont influencées par la température (chaud ou froid). Certaines espèces peuvent supporter les Siroccos du Sud ou du centre (Alfa, Romarin, Acacia, Armoise) d'autres ne tolèrent pas les gelées et les sommets de montagne (caroubier). Par contre les chênes sont adaptés au froid du Nord.

## EXERCICE 2

L'Alfa est une plante adaptée à la sécheresse et que l'on retrouve dans la région du centre West du pays (région de Kasserine et Gafsa) caractérisée par :

- une température annuelle moyenne comprise entre 15 et 20°C.
- une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 100 et 600 mm/an.

Il s'agit d'une région **semi-aride, sèche et assez chaude**. C'est une steppe à végétation basse.

## EXERCICE 3

1) Une espèce commune se retrouve dans la majorité des étages bioclimatiques et donc dans des régions climatiques différents, alors qu'une espèce indicatrice d'un climat ne se retrouve que dans une région ayant ce climat et auquel elle est sensible.

2) Exemples 1 : le lentisque ; l'armoïse blanche .

Exemples 2 : le chêne zeen (climat humide) ; l'Astragale (climat saharien)

3) Les composantes d'un écosystème sont : **le biotope** (ensemble non vivant) et la **biocénose** (animaux et végétaux).

4) a- Les facteurs climatiques : pluviométrie et température.

b- Un étage bioclimatique : c'est une aire dans laquelle il y a superposition de la végétation et du climat.

## EXERCICE 4

1) \* **Les caractères d'un milieu aride sont :**

- une pluviométrie comprise entre 470 et 44 mm/an.
- des températures moyennes minimales comprises entre 1.8 et 6°C, donc basses à douces.
- des températures moyennes maximales comprises entre 30 et 37°C donc hautes.
- une végétation basse, discontinue.

**\* Les caractéristiques du milieu saharien sont :**

- une pluviométrie :  $89 < P < 210$  mm/an (rareté des pluies)
- des températures moyennes minimales (m) :  $3 < m < 8$
- des températures moyens maximales (M) :  $32 < M < 43$  (élévation thermique avec de grandes écarts de température entre le jour et la nuit et des vents secs)
- une végétation rare avec des plantes vivaces adaptées à la sécheresse ou des plantes éphémérophytes.

2) a) Le milieu aride est situé au centre de pays :

\* ligne Maktar – Zaghouan vers le Nord

\* ligne Gafsa – Gabès – Djerba vers le Sud avec  $8 < Q < 63$

b) Le milieu saharien est situé plus bas que le milieu aride avec  $Q < 6$ .

3) Une espèce caractéristique du milieu aride : l'Alfa .

Une espèce caractéristique du milieu saharien : le Jujubier.

## EXERCICE 5

L'indice d'aridité de De Martonne, 1923 est défini comme le rapport entre la hauteur moyenne des précipitations annuelles et la moyenne des températures annuelles :

$$\text{Indice d'aridité} = \frac{P}{T + 10}$$

• **Si l'indice est  $< 5$** , il s'agit d'une région **hyper aride** ou **désert absolu**. Les précipitations annuelles sur cette région sont  **$< 50$  mm/an** et sont exceptionnelles, très inégalement réparties avec des interruptions de plus de 12 mois consécutifs. L'écoulement y est rare, épisodique et inorganisé. La végétation y est éphémère.

• **Si  $5 < I < 10$** , il s'agit d'une **région aride** où l'ensemble des précipitations est  **$< 250$  mm/an** ; les pluies faibles sont groupées sur une saison et sont très irrégulières d'une année à l'autre. Elles sont sous forme d'averses de courte durée et de forte intensité. L'écoulement de l'eau est affaibli par l'infiltration et l'évaporation ; on y trouve une maigre végétation très discontinue.

• **Si  $10 < I < 20$** , il s'agit d'une région **semi-aride** qui reçoit au mieux 500 mm/an et où les pluies sont réparties sur quelques mois de l'année, mais assez abondantes pour assurer à la végétation et l'écoulement des eaux un système saisonnier. La végétation dans les régions semi-arides est toujours discontinue, se compose d'espèces buissonnantes, des touffes des graminées et des quelques arbres. Les précipitations, comprises entre 250 et 500 mm/an rendent possibles les cultures « sèches ».

## EXERCICE 6

L'aridité est un concept climatique à référence spatiale (zone aride) qu'il ne faut pas confondre avec la sécheresse qui est un concept météorologique à référence temporelle (période, année sèche).

L'aridité est toujours liée à l'hydrologie (précipitations) et aux facteurs édaphiques et climatiques (sol, température...)

**L'aridité résulte de l'interférence de plusieurs facteurs :**

- La **faiblesse, voire l'inexistence de précipitations** (de 0,5 mm à 250 mm de pluie par an, selon le cas),

- Une **forte chaleur** : de 30 à 40 °C le jour, au moins en été (principal facteur de l'évapotranspiration, et une faible transpiration la nuit).

- La **fréquence des vents** en général au milieu de la journée (anticyclones et sirocco durables).

De tout cela résulte une **très forte évaporation** (plusieurs mètres d'eau par an).

Le milieu aride est toujours **hostile**.

Les conséquences de l'aridité sont surtout :

- Une **raréfaction** et des **adaptations variées** des êtres vivants (animaux et végétaux).

A l'évidence, la **flore est peu diversifiée** et se présente sous forme de buissons plus au moins clairsemés sur le sol à nu. L'arbre est rarissime et le plus souvent les espèces atteignent la taille arbustive (Acacias, tamarix, jujubiers).

Les espèces buissonnantes (Asphodèle ; myrte ...) et surtout herbacées ou graminées (Alfa ; armoise...) composent les rares éléments végétaux des régions arides et des déserts.

- Une **faiblesse et une irrégularité des précipitations** et par conséquent des réseaux hydrologiques.

- Une **pauvreté des sols** (les éléments nutritifs sont trop limités et l'humidité est très insuffisante pour favoriser les bactéries et les champignons assurant la Décomposition).

**EXERCICE 7**

1) En Tunisie, il y a plusieurs types d'écosystèmes : la forêt ; la prairie ; la steppe ; le désert ; l'écosystème marin, fluvial ou lagunaire ...

2) La richesse de la végétation spontanée et sa nature dépendent du **climat régional** ; de même la densité de cette végétation est en relation étroite avec la **nature du sol** et avec les **précipitations**. Du nord vers le sud du pays, la végétation devient de plus en plus dégradée : on passe des forêts à des groupements végétaux qui correspondent à de multiples stades de dégradation :

• Au nord, le bioclimat humide favorise le développement de forêts (avec chêne zen, chêne liège, de genêts épineux, de cistes...).

• Au niveau de la dorsale tunisienne, à bioclimat subhumide ou semi-aride, il y a des forêts de chênes verts, de pin d'Alep, de genévrier de Phénicie... Ces forêts ont été dégradées en garrigues avec des plantes basses (thym, romarin ; lavande...) ;

• Dans le centre ouest, à bioclimat aride, on trouve des steppes à alfa, à armoise blanche...

• Au sud du pays, on trouve des steppes subdésertiques à alfa.

• Plus au sud, on trouve des zones désertiques avec une végétation très clairsemée et adaptée à la sécheresse.

3) Des espèces indicatrices de climat humide (au Nord) : Chêne zen et Chêne liège...

Des espèces indicatrices de climat aride : Alfa – Romarin – Armoise – Acacia ...

Des espèces indicatrices de climat saharien : Astragale – Jujubier...

Ce sont des plantes sensibles au climat (pluviosité et température) et donc leur présence dans un milieu dénote et indique un climat bien déterminé.

## EXERCICE 8

Il s'agit d'une association végétale.

Une **association végétale** est un ensemble d'espèces végétales qui existent en même temps dans un même biotope quand certaines conditions sont réunies (pluviomètre et températures convenables ect...).

## EXERCICE 9

1) \* Les **composants biotiques** d'un écosystème sont les végétaux ( **flore** ) et les animaux ( **faune** ), c'est à dire l'ensemble des êtres vivants.

\* Les **composants abiotiques** sont le **sol** (avec tous ses constituants), le **sous-sol** et les **paramètres climatiques**. C'est donc un ensemble non vivant représenté par le **milieu habité** par les êtres vivants et renfermant toutes les **ressources suffisantes** pour assurer la vie de ces derniers.

$$2) a- \quad Q = \frac{P}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}} \times 1000 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

b- Q étant égal à 58,12 c'est à dire compris entre 55 et 60, l'étage bioclimatique est le **semi-aride supérieur**.

3) Romarin : c'est une Labiée Angiosperme Dicotylédone

Pin d'Alep : c'est une Pinacée Gymnosperme

Escargot : Mollusque Gastéropode. Genre Escargot ordre des stylommatophores.

Fourmi : insecte hyménoptère

Araignée : Arachnide Aranéide

4) \* **Population animale** : c'est un ensemble d'individus appartenant à la même espèce, occupant un biotope déterminé, à un moment donné.

\* **Association végétale** : c'est un ensemble d'espèces végétales différentes, occupant un même biotope à un moment donné.

## EXERCICE 10

### Le Q de Aïn Drahm

$$P = 1582 \quad m = 3,9 \quad M = 31$$

$$Q = \frac{P}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}} \times 1000 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

$$Q = \frac{2000 \times 1582}{(31 + 273)^2 - (3,9 + 273)^2} = \frac{3\,164\,000}{92\,416 - 76\,673,61} = \frac{3\,164\,000}{15\,742} = \mathbf{200,97}$$

L'étage bioclimatique est **l'humide supérieur**

### • Le Q de Thala :

$$P = 470 \quad m = 1,8 \quad M = 34,4$$

$$Q = \frac{2000 P}{M^2 - m^2} = \frac{2000 \times 470}{(34,4 + 273)^2 - (1,8 + 273)^2} =$$

$$\frac{940\,000}{94\,494,76 - 75\,515,04} = \frac{940\,000}{18\,979,72} = 49,52$$

C'est compris entre 50 et 70 : c'est le **semi-aride supérieur**

• **Le Q de Matmata :**

$P = 221 \qquad m = 5,5 \qquad M = 35,2$

$$Q = \frac{2000\,P}{M^2 - m^2} = \frac{2000 \times 221}{(35,2 + 273)^2 - (5,5 + 273)^2} =$$
  
$$\frac{442\,000}{94\,987,24 - 77\,562,25} = \frac{442\,000}{17\,424,99} = 25,36$$

Le chiffre est compose entre 25 et 35 : il s'agit de l'**aride supérieur**.  
conclusion :

stations	Q	Etages bioclimatiques
Aïn draham	200,97	Humide supérieur
Thala	49,52	Semi aride supérieur
Matmata	25,36	aride supérieur

EXERCICE 11

1 et 2 ) **Région A : a et b :**

$$Q = \frac{2000\,P}{M^2 - m^2} = \frac{2000 \times 331}{(31,2 + 273)^2 - (6,9 + 273)^2} = \frac{662\,000}{92\,537,64 - 78\,344,01}$$
  
$$\frac{662\,000}{14\,193,63} = 46,6$$

Q est compris entre 43 et 65 : il s'agit du **semi-aride supérieur**

**Région B : a et b :**

$$Q = \frac{2000\,P}{M^2 - m^2} = \frac{2000 \times 70}{(37,4 + 273)^2 - (5,2 + 273)^2} =$$
  
$$\frac{140\,000}{96\,236,41 - 77\,395,24} = \frac{140\,000}{18\,841,17} = 7,43$$

Q est compris entre 4 et 8 : il s'agit du **saharien supérieur**

- 3) 2 plantes caractéristiques de la région A : l'Armoise, le Juneperus oxycedrus  
2 plantes caractéristiques de la région B : Astragale, Jujubier.



EXERCICE 12

1) \* La Kroumérie est une région située au Nord-Ouest. De par sa pluviométrie élevée et sa température basse, elle est considérée comme écosystème « humide », avec une espèce indicatrice de ce climat, à savoir le Chêne Zeen.

\* La région de Bouhedma est au centre ; son climat est aride et sa végétation basse. Une plante indicatrice de ce climat est l'Armoise blanche.

- 2) Faune : l'ensemble des animaux ;  
Flore : ensemble des végétaux.

3)

	Kroumérie	Bouhedma
précipitations	> 800 mm	30 < P < 500 mm
sol	Siliceux (à grande rétention)	Sableux (très perméable et sec)
flore	dense, touffue et haute	pauvre, clairsemée et basse
Plantes indicatrices	Chêne Zeen	Armoise blanche
faune	très variée (invertébrés et vertébrés)	très variée (invertébrés)

EXERCICE 13

• Q de A :  $\frac{2000P}{M^2 - m^2} = \frac{20000 \times 1582}{(31 + 273)^2 - (3,9 + 273)^2} =$

$\frac{3164\,000}{92416 - 76673,61} = \frac{3164\,000}{15742,39} = 200,98$

110 < Q < 150 : **humide supérieur** (Aïn Draham).

• Q de B :  $\frac{2000 P}{M^2 - m^2} = \frac{2000 \times 470}{(34,4 + 273)^2 - 1,9 + 273)^2} = \frac{940\,000}{94494,76 - 75570,01}$   
 $\frac{940\,000}{18924,75} = 46,60$

50 < Q < 70 : c'est le **semi-aride supérieur** (Thala).

• Q de C :  $\frac{2000 P}{M^2 - m^2} = \frac{2000 \times 331}{(30,1 + 273)^2 - (6,9 + 273)^2} = \frac{662\,000}{91869,61 - 78\,344,01}$   
 $\frac{662\,000}{13525,6} = 48.94$

35 < Q < 50 : c'est le **semi-aride inférieur** (Sousse).

• Q de D =  $\frac{2000 P}{M^2 - m^2} = \frac{2000 \times 221}{(35,2 + 273)^2 - (5,5 + 273)^2} = \frac{442\,000}{94987,24 - 77562,25}$   
 $\frac{442\,000}{17424,99} = 25,36$

25 < Q 35 : c'est l'**aride supérieur** (Matmata) ;

3)

- Humide supérieur → Chêne
- Semi-aride supérieur → Alfa
- Semi-aride inférieur → Céréale ; Vignobles
- Aride supérieur → Pinus halepensis

## EXERCICE 14

1) Cet écosystème est caractérisé par un biotope particulier (sécheresse de l'air et du sol ; lumière très forte et température très élevée) et une biocénose spécifique (petits animaux adaptés à la sécheresse ; une végétation rare, adaptée elle aussi à un climat peu clément).

2) Il s'agit bien d'un écosystème de zones très arides ou désertiques.

3) Les êtres vivants de cet écosystème sont en effet interdépendants :

\* Relations trophiques :

- « Des insectes végétariens » : producteurs → consommateurs I.

- « Des prédateurs » consommateurs I → consommateurs d'ordres supérieurs.

\* relation d'intérêt : « abri ; cachette ; protection... ».

## EXERCICE 15

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| a) → 4 | b) → 2 | c) → 5 | d) → 6 |
| e) → 7 | f) → 1 | g) → 8 | h) → 3 |

## EXERCICE 16

1) les termes qui désignent « la biocénose » sont : Pin d'Alep – Genévrier de Phénicie – Alfa – Romarin – espèces ligneuses – Armoise.

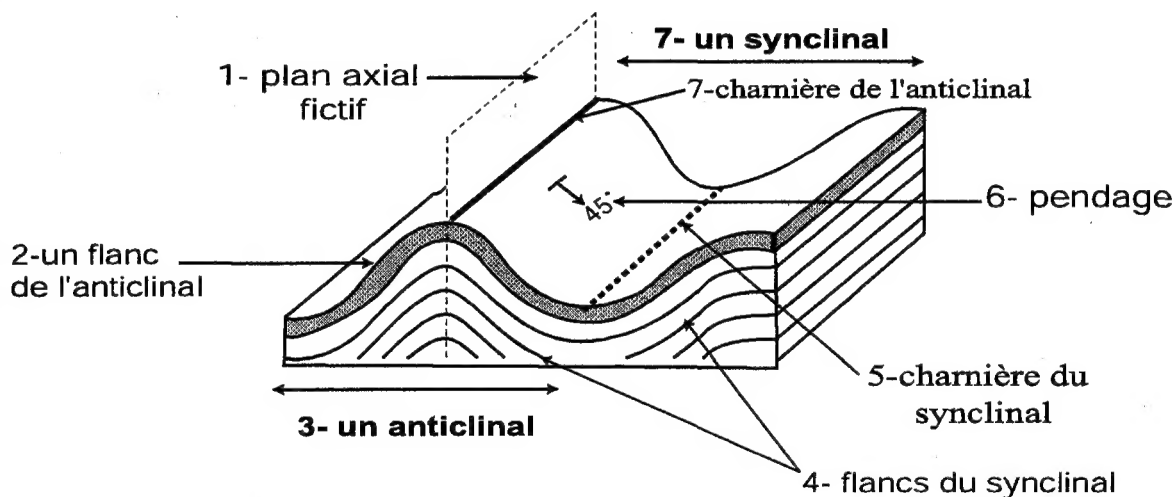
2) les termes qui désignent les « facteurs abiotiques » sont : Précipitations – climat aride.

3) les termes qui désignent « l'intervention de l'Homme » sont : déforestation – élimination des espèces ligneuses – surexploitation.

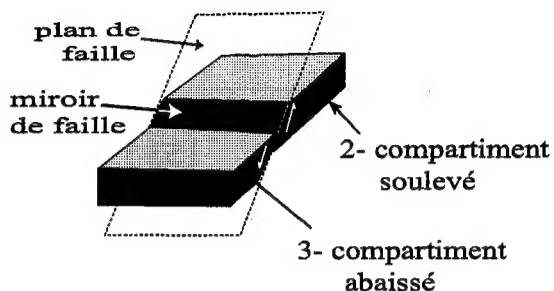
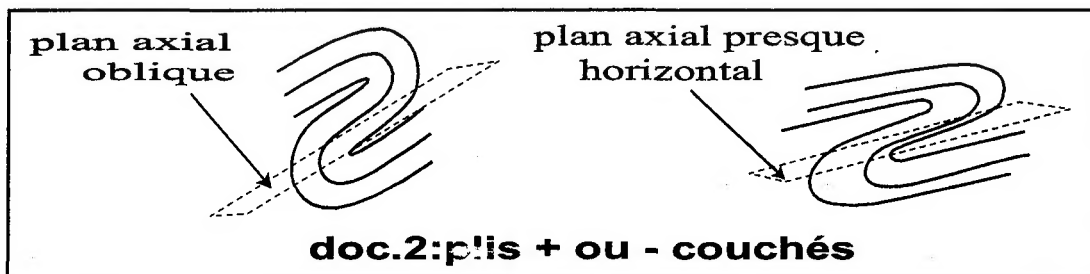
4) Cet écosystème évolue négativement, régresse peu à peu et tend vers la désertification, puisque les espèces qu'il héberge se font de plus en plus rares et deviennent des espèces herbacées, caractérisant des zones de plus en plus arides et mêmes sahariennes.

5) La responsabilité de l'homme dans ce phénomène de désertification est sans faille. Afin d'éviter ce genre de résultat, l'homme doit surtout éviter la déforestation, le surpâturage et la surexploitation.

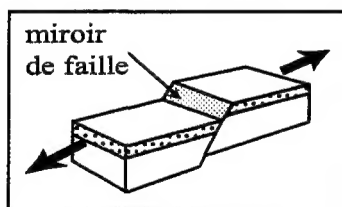
# TECTONIQUE : PLIS ET FAILLES



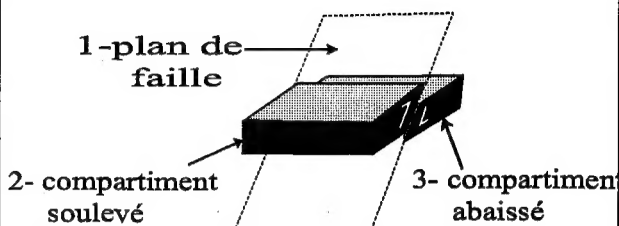
Doc.1: pli anticlinal et pli synclinal



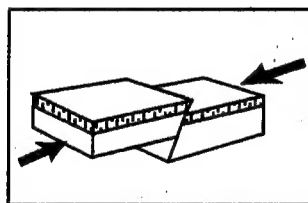
doc.1a: faille.....



doc.1b: faille normale due à un étirement du terrain



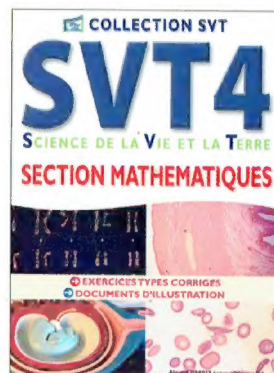
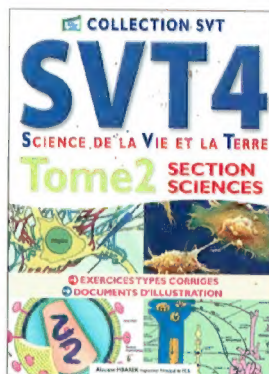
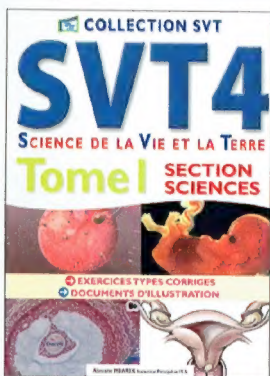
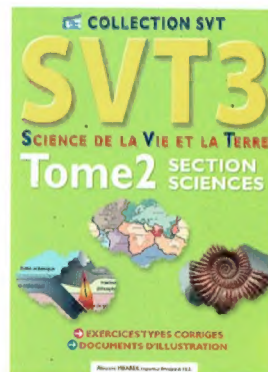
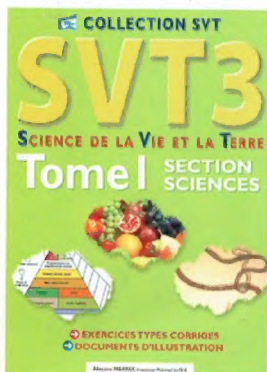
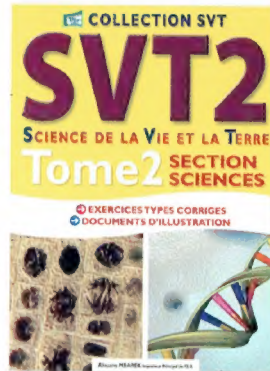
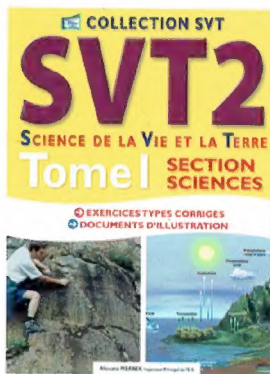
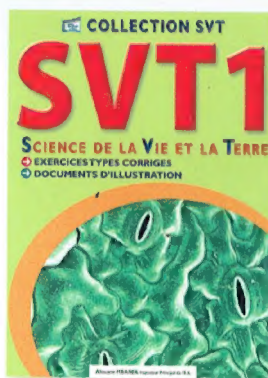
B-faille .....



doc.2b: faille inverse due à un raccourcissement du terrain

## SOMMAIRE

CHAPITRES	SUJETS	CORRIGES
1- la carte topographique	3	89
2- stratigraphie	13	99
3- tectonique	25	109
4- la carte géologique	36	120
5- les ressources en eau	43	129
6- les phosphates en Tunisie	63	152
7- le pétrole	66	153
8- les écosystèmes	74	163
9- quelques adaptations	77	166
10- répartition des végétaux en Tunisie	85	176



Prix : 7 DT